

Ciencias para
el Mundo
Contemporáneo



Guía de Recursos Didácticos



Francisco Martínez Navarro
Juan Carlos Turégano García

Nuestro lugar *en el* Universo

La formación de la Tierra

Introducción

«Los neptunistas y la mayoría de los científicos de finales del siglo XVIII pensaban que las transformaciones sufridas por la superficie de la Tierra habían sido causadas por las aguas del diluvio universal, por un océano universal que había casi cubierto la Tierra. Los plutonistas sostenían que además de por el agua, la Tierra había sido sobre todo modificada por los volcanes. Hutton formuló más tarde la teoría de la uniformidad, según la cual los procesos naturales que modifican la Tierra ocurrieron en un periodo muy largo de tiempo con un ritmo gradual y uniforme. Hoy sabemos que la superficie de la Tierra, la litosfera, está cubierta por un mosaico de placas rígidas que se desplazan sobre otra capa plástica interior, la astenosfera, y que como consecuencia de estos movimientos entre placas, se crean tensiones que originan los cambios geológicos»

Alfred Wegener, 1926

Nuestro lugar en el Universo, lo miremos desde lo miremos, desde el espacio o desde su superficie, es algo que nos sigue impresionando siempre. En esta unidad que ahora comenzamos, vamos a estudiar su formación para que entiendas cómo se formó y cómo precisamente esa formación permitió el desarrollo de la vida en superficie que veremos en la siguiente unidad.

Dentro del estudio de la Tierra, se pretende desarraigar del alumnado el tan habitual error de que nuestro planeta es algo estático, muerto. Se propiciará el cambio conceptual de que vivimos en un planeta vivo no sólo desde el punto de vista biológico, sino que el calor interno remanente de su origen hace que se establezca una dinámica entre los materiales que forman el interior y los que forman el exterior, dando origen a los accidentes (montañas, llanuras, etc.) que permanentemente van cambiando en el tiempo geológico.

Se hará especial hincapié en la Teoría de la tectónica de placas como respuesta a la casi totalidad de los mecanismos y fenómenos que se desarrollan en la litosfera. Para comprender mejor los distintos tipos de convergencia de las placas, se aconseja la

ejemplificación con zonas concretas del planeta tanto para la formación de orógenos como la para sismicidad y el vulcanismo, incidiendo en los fenómenos a nivel nacional y regional. Estos contenidos actuarán como previos para la unidad 6: hacia una gestión sostenible.

La utilización de artículos de prensa que aparecen periódicamente será un buen recurso para hacer más comprensibles estos fenómenos.

Los estudiantes que no hayan cursado Biología y Geología en 4º de ESO probablemente carecerán de suficientes conocimientos previos pertinentes, por lo que habrá que detectarlos y suplirlos con explicaciones muy sencillas basadas en mapas conceptuales, para que entiendan fácilmente los conceptos mínimos necesarios para poder entender luego los artículos periodísticos y realizar las actividades propuestas.





La Tierra y el Archipiélago Canario desde el espacio. El Teide, Tenerife, El Cotillo, Fuerteventura y Lanzarote



Índice de contenidos:

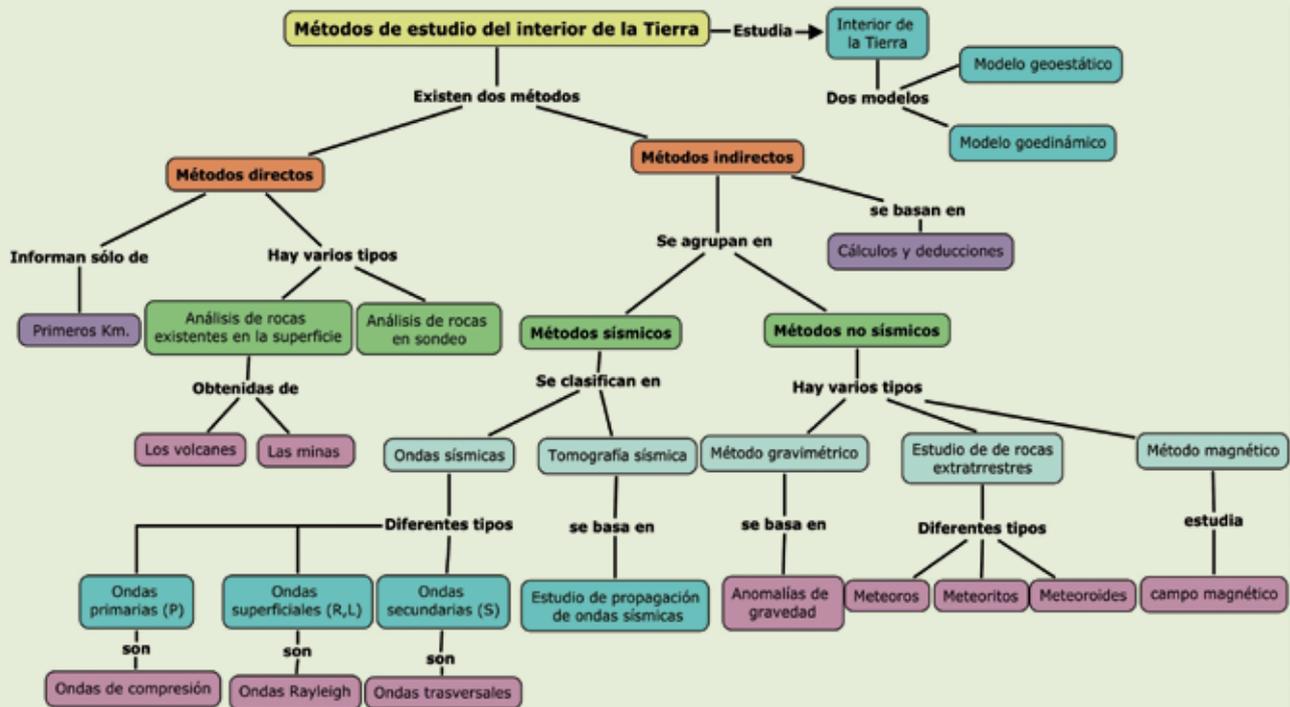
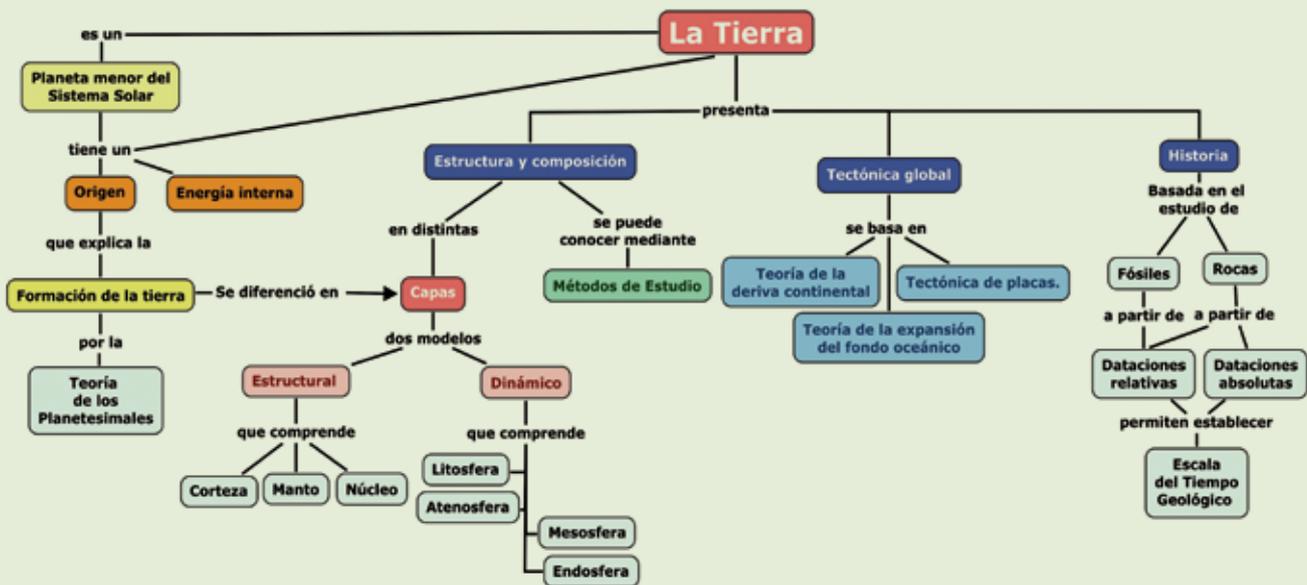
A.	Esquema conceptual	113
B.	Orientaciones para el desarrollo de la Unidad	114
C.	Diagnos inicial. A ver qué sabes antes de empezar. Atrévete y contesta	115
D.	Contenidos	116

Esta unidad didáctica la vamos a desarrollar siguiendo los siguientes contenidos específicos, dentro de los cuales indicamos las actividades que proponemos

1.	La formación de la Tierra y la diferenciación en capas	116
	• A.1.1. La formación de la Tierra y la diferenciación en capas.	116
	• A.1.2. Nuestro satélite la Luna	118
	• A.1.3. La Ciencia en los medios de comunicación	119
	• A.1.4. Lectura. Cómo trabajan los científicos. Astrónomos encuentran la formación de un planeta similar a la Tierra a 424 años luz	119
2.	La estructura de la Tierra, los métodos de observación indirectos y el origen de las capas terrestres	120
	• A.2.1. ¿Cómo estudiar el interior de la Tierra?	120
	• A.2.1.2. ¿Cómo funciona el interior de la Tierra?	121
	• A.2.1.3. Práctica on-line. Terremotos	122
	• 2.2. Estructura de la Tierra	122
	• A.2.2.1. ¿Cómo es la estructura interna de la Tierra?	122
	• A.2.2.2. Final de síntesis. Comprueba lo que has aprendido	123
3.	La tectónica global: la teoría de la tectónica de placas y las interacciones entre las placas	124
	• A.3.1. Lectura sobre la deriva continental	124
	• A.3.2. Formación de los continentes	124
	• A.3.3. Lectura sobre las pruebas de la deriva continental	125
	• A.3.4. Práctica on-line. Reconstrucción de la historia de los continentes	126
	• A.3.5. La tectónica de placas en su contexto histórico	127
	• A.3.6. La Ciencia en los medios. Artículos periodísticos	127
	• A.3.7. Explicando los cambios en la superficie terrestre	131
	• A.3.7.1. El motor del movimiento de las placas	132
	• A.3.7.2. Volcanes: nuevas montañas en la superficie	132
	• A.3.7.3. Terremotos y maremotos: cuando la tierra tiembla	132
4.	Geología y origen de las Islas Canarias	133
	• A.4.1. Las teorías del origen de las Islas Canarias en su contexto histórico	133
	• A.4.2. Principales teorías sobre el origen de las Islas Canarias	133
	• A.4.3. Teoría del punto caliente	134
	• A.4.4. Teoría de la fractura propagante	135
	• A.4.5. Teoría de los bloques levantados	136
	• A.4.6. Las Islas Canarias: ¿Un punto caliente? Debate sobre el origen de las Islas Canarias ..	136
	• A.4.7. Situación actual de la cuestión	136
	• A.4.8. ¿Qué hacer en caso de una erupción volcánica? Evaluación de riesgo	137
	• A.4.9. Formación de Las Cañadas del Teide y de los Valles de La Orotava y Güímar	137
	• A.4.10. Biografías de geólogos	138
E.	Ejemplificación. Utilización de un SIG (Sistema de Información Geográfica) para explorar la tectónica de placas (Simulador on line en Internet)	139
F.	Grandes retos de la Ciencia. Lo que les queda por saber a los científicos	143
G.	Autoevaluación	144
H.	Bibliografía y Webgrafía	145



A. Esquema conceptual



B. Orientaciones para el desarrollo de la unidad

Esta unidad representa una ocasión excelente para tratar de una forma comprensible los conceptos que en ella se desarrollan y motivar al alumnado hacia el estudio de la Ciencia.

Para empezar a abordar el desarrollo de los conceptos o contenidos de este tema, nos podemos apoyar en la visualización de alguna película, o en la utilización de algunas páginas de Internet, de algunas enciclopedias, libros o revistas de actualidad como fuentes de información.

Utilizando estos recursos, plantearemos pequeñas investigaciones teóricas y prácticas en las que el alumnado sea capaz de entender los conceptos para planear estrategias de resolución de los problemas planteados.

En esta primera fase se hará imprescindible también el uso de la proyección de vídeos didácticos junto con las simulaciones con ordenador y las pequeñas animaciones en flash, que permitirán abordar de una forma sencilla muchas de las complejas técnicas de la ingeniería genética, haciéndolas más comprensibles al alumnado.

Posteriormente, la utilización de los comentarios de textos científicos, los artículos de prensa, los textos históricos y las biografías, junto con las técnicas de discusión en grupo, permitirán que el alumnado sienta la articulación entre los contenidos estudiados, su vida cotidiana y la información que recibe sobre el mundo a través de los medios de comunicación; de esa forma adquirirá, de una manera activa, los conocimientos propuestos en el desarrollo de la unidad.

Se puede comenzar el tema con la proyección de alguna película o con hacer algunas actividades. Recomendamos la realización de algunas actividades preparatorias a la visualización de alguna parte de la película o de algunos vídeos de gran interés.

Películas recomendadas

- **El núcleo** Título Original: *The Core* (2003).
- **Volcano** de Micjk Jacson, 1997. Después de un terremoto, surge un volcán en el centro de Los Ángeles.
- **Abys** de James Cameron, 1989. Sobre la instalación de una plataforma petrolífera submarina.
- **Viaje al centro de la Tierra**, 2008. Dirigida por Eric Brevig. Expedición científica a Irlanda. Atrapados en una cueva, para escapar, hacen un orificio que los conduce al centro de la Tierra.

Vídeos en Youtube <http://www.youtube.com>

Vídeos cortos de YouTube:

- **El origen de la Tierra:** <http://www.youtube.com/watch?v=o5e9ZQFOqOI>
- **Formación de la Tierra:** <http://www.youtube.com/watch?v=-FoNaLP9TDM&feature=related>
- **¿Cómo se formó la Tierra?:** <http://www.youtube.com/watch?v=qpONytXZSWI&feature=related>
- **Planeta Tierra: la odisea de los orígenes: 1/3** <http://www.youtube.com/fmarnav#play/favorites/99/XOhd0yXy2tY>
- **Origen de la Luna. ¿Si no tuviéramos Luna? 1/7** <http://www.youtube.com/watch?v=1S5QIL8Q6Ok>
- **Mundo perfecto: el año del planeta Tierra:** http://www.youtube.com/watch?v=UVs34PitPew&feature=Playlist&p=A59B80D35D959C66&playnext=1&playnext_from=PL&index=88
- **Las capas de la Tierra:** <http://www.youtube.com/watch?v=cjEsgBhliuI>
- **Placas tectónicas: Discovery Channel:** <http://www.youtube.com/watch?v=qF7wKnubglw>
- **Tectónica de placas:** <http://www.youtube.com/watch?v=eTn-AQcrjlk>
- **¿Por qué se mueven las placas?:** <http://www.youtube.com/watch?v=XvE1ApWrS34&feature=related>
- **Terremotos. Movimiento de placas:** <http://www.youtube.com/watch?v=Px20jXSDmLg&feature=related>

Otros vídeos

La estructura de la Tierra: <http://www.youtube.com/watch?v=88HS-4f94-I&feature=related>

Páginas web

- **PROYECTO BIOSFERA:** <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural1I/index.htm>
- **Websismo:** <http://www.websismo.csic.es/>
- **La Tierra y el Universo:** <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1030>
- **Las capas de la Tierra:** <http://www.astromia.com/tierraluna/capastierra.htm>
- **Web de Astronomía:** <http://www.astromia.com/tierraluna/tectonica.htm>



C. Diagnósis inicial. A ver qué sabes antes de empezar. Atrévete y contesta



A.1. Vivimos en este planeta, pero...

1. ¿Cómo «hemos llegado» aquí?
2. ¿Cómo se ha formado la Tierra?
3. ¿Has sentido alguna vez un temblor de tierra? Explica en qué consiste.
4. ¿Has presenciado una erupción volcánica? Explica en qué consiste.



A.2 A ver qué sabes antes de empezar. Atrévete y contesta

1. ¿Hay alguna relación entre el estudio de los terremotos y volcanes y el del interior de la Tierra?
2. ¿Qué son las placas litosféricas y qué las forma?
3. ¿Crees que existe alguna relación entre las placas litosféricas y fenómenos como volcanes y terremotos?



D. CONTENIDOS

1. La formación de la Tierra y la diferenciación en capas

Debes saber que . . .

- ✓ Para entender la formación de la Tierra, debemos empezar estudiando cómo se formó el sistema solar.
- ✓ Los científicos creen que se están formando sistemas «solares» también en otras regiones del espacio. Por ejemplo, en la siguiente imagen del telescopio espacial Hubble, los científicos creen «ver» la formación de discos protoplanetarios en la nebulosa de Orión, posiblemente muy similar a la nebulosa a partir de la cual se formó nuestro sistema solar.



A.1.1. La formación de la Tierra y la diferenciación en capas

1. Lee el siguiente texto y a continuación realiza las actividades propuestas.

La formación del sistema solar.

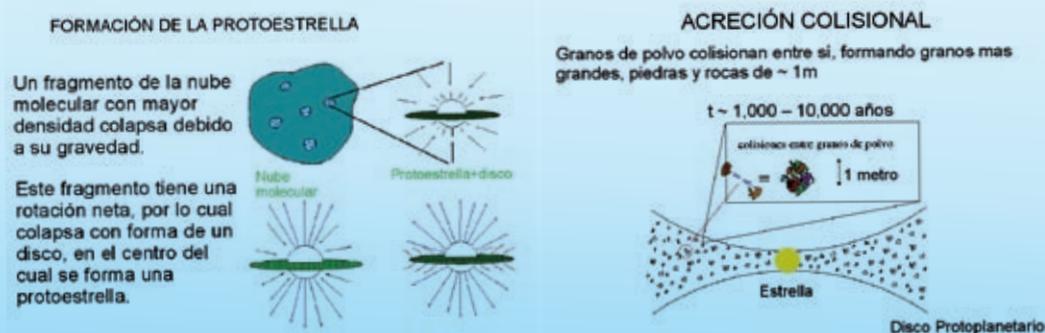
La hipótesis actual sobre la formación del sistema solar es la hipótesis nebular. Según esta hipótesis, hace unos 5 mil millones de años el sistema solar se formó a partir de una nube molecular gigante, procedente de la explosión de una supernova que marcó la muerte de una estrella gigante situada en el extremo de uno de los brazos de la Vía Láctea.

De esta forma, la onda de choque de esta supernova pudo haber desencadenado la formación del Sol a través de la creación de regiones de sobredensidad en la nebulosa circundante, causando el colapso gravitatorio de ellas.

Por otra parte, la explosión de la supernova inundaría el espacio circundante de los elementos, desde el carbono al hierro, que encontramos en la composición de la Tierra y que solo se forman en el interior de las estrellas.

La formación de un planeta paso a paso.

El primer paso consiste en la formación del Sol. Se inició formándose una protoestrella rodeada por un disco compuesto por unos pocos kilómetros de diámetro que giraban alrededor de la estrella y que chocaban entre sí. El choque y la unión de estos cuerpos generaban cuerpos de masa cada vez mayor. A este fenómeno se lo conoce como acreción (unión) colisional.



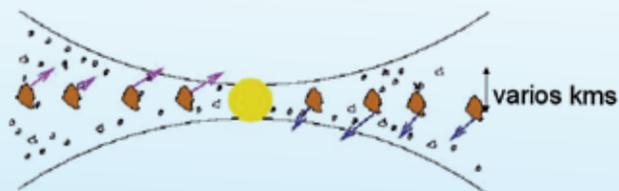
Formación de los planetésimos.

Según van creciendo en tamaño estos cuerpos, su fuerza gravitatoria aumenta, de forma que aumenta su capacidad para atraer cuerpos más pequeños en una fase de crecimiento más rápida. A los cuerpos formados de esta manera se los conoce como planetésimos y su tamaño es de varios kilómetros. A esta fase se la conoce como acreción gravitacional.

ACRECIÓN GRAVITACIONAL

Las rocas más masivas atraen gravitacionalmente otras rocas y polvo, formando los planetésimos, de varios km de tamaño

t ~ 1 millón de años



Parte del gas en el disco va cayendo hacia la estrella central y parte sale en forma de viento.

t = 1-10 millones de años

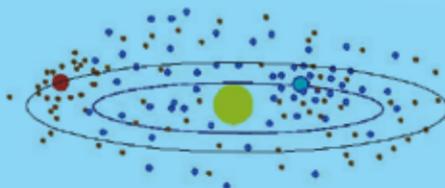
Formación de los planetas.

La fuerza de la gravedad actúa sobre estos planetésimos provocando el impacto de unos con otros, lo que favorece la constitución gradual de estructuras cada vez mayores que evolucionaron y dieron lugar a embriones planetarios. En cada región del disco comienza a dominar un solo gran protoplaneta, ya que los cuerpos más grandes terminan atrayendo los fragmentos más pequeños, de forma que barren todos los que van encontrando en su órbita al ir chocando con ellos. La aglomeración de estos cuerpos mediante impactos sucesivos permitió más tarde la aparición de los planetas y satélites. De esta forma se originan los planetas rocosos y, probablemente, los núcleos de los planetas gaseosos.

ACRECIÓN CATACLÍSMICA

Planetésimos colisionan para formar los planetas rocosos y, probablemente, los núcleos de los planetas gaseosos

t ~ 3-200 millones de años

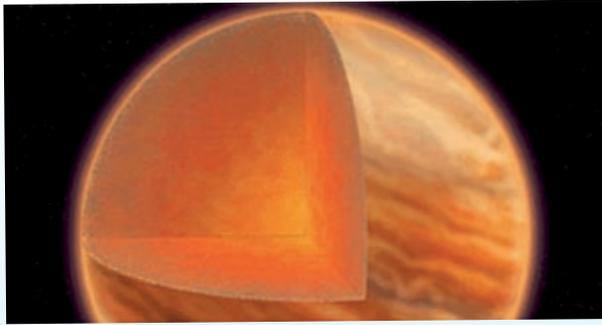


Formación de las capas de la Tierra.

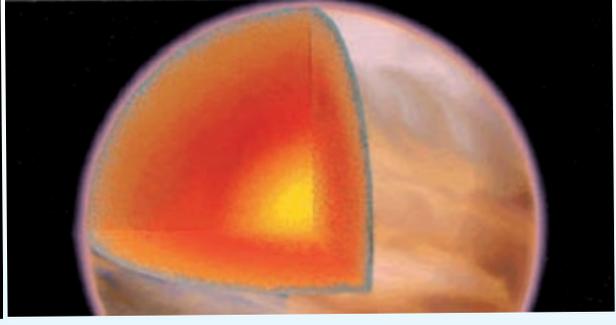
La siguiente fase de formación consistiría en una diferenciación en distintas capas en el cuerpo planetario. Podemos imaginar que la temperatura del planeta era del orden de miles de grados centígrados debido a los choques y a la desintegración radiactiva de algunos de los elementos que los componen.

Debido a las altas temperaturas, se produciría la fusión de los diferentes materiales que componían la Tierra primigenia y se propiciaría una diferenciación gravitatoria de sus elementos químicos. De esta manera se obtuvo una distribución concéntrica en función de la densidad de los elementos constituyentes, así como por las afinidades que tenían estos para asociarse y formar compuestos químicos estables. Es por ello que el hierro y el níquel se desplazarían hacia el interior, mientras que el silicio, carbono, aluminio y calcio se situarían en zonas más superficiales. Esta es la razón por la cual aparecen la corteza, el manto y el núcleo. Envolviendo todo, quedó la atmósfera, formada por los elementos volatilizados a causa de la gran temperatura, aunque se perdió gran parte de la atmósfera por la debilidad del campo gravitatorio terrestre.





Planeta sin capas

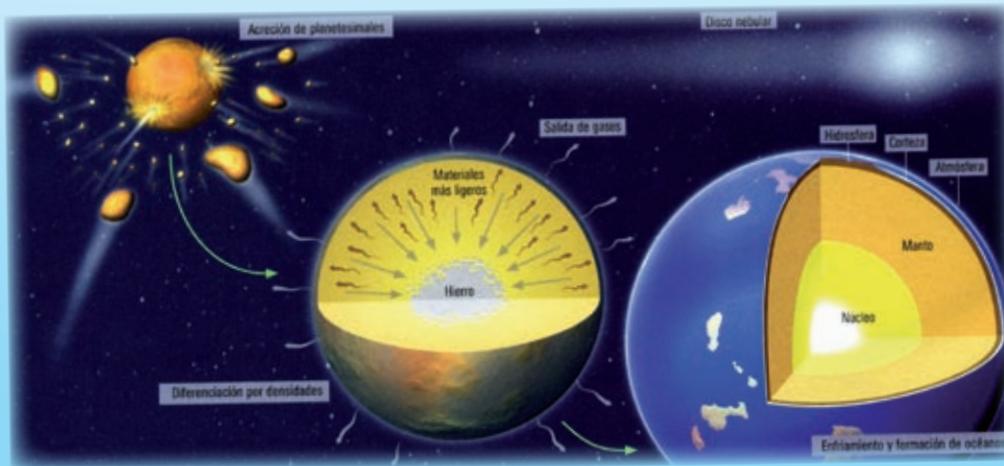


Planeta con capas diferenciadas

Formación de la hidrosfera y atmósfera.

La última fase tuvo lugar después de formarse la corteza terrestre. La Tierra fue sometida a una verdadera lluvia de objetos celestes de diversos tamaños que iban añadiendo masa al conjunto formado inicialmente. Este proceso queda reflejado en la formación de cráteres en su superficie, aunque en la Tierra ha desaparecido la mayor parte debido a los procesos de erosión. Este proceso se va amortiguando a medida que se van reduciendo los cuerpos capturables dentro del Sistema Solar.

En ese momento también se forman las capas fluidas del planeta. En principio se supone que no existen, ya que debido a las altas temperaturas, los elementos volátiles más ligeros, como el hidrógeno y el helio, escaparon al espacio exterior. Al ir disminuyendo la temperatura, los gases provenientes de las emisiones volcánicas o de meteoritos, como el agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre, se condensaron en la hidrosfera. El resto formaría parte de la atmósfera primitiva, cuya composición era muy diferente de la actual.



1. ¿Qué se formó primero, el Sol o los planetas?
2. ¿Cuáles son los mecanismos que intervienen en la formación de los planetas y en qué orden?
3. ¿Cómo se formaron las distintas capas de la Tierra?
4. ¿Cuál ha sido la importancia de los meteoritos en la formación de la Tierra?

A.1.2. Nuestro satélite la Luna

Si te ha llamado la atención nuestro satélite la Luna, en esta dirección podrás profundizar más en su estudio y obtener información para contestar las actividades que se te indican: <http://www.tinglado.net/?id=nuestra-luna>

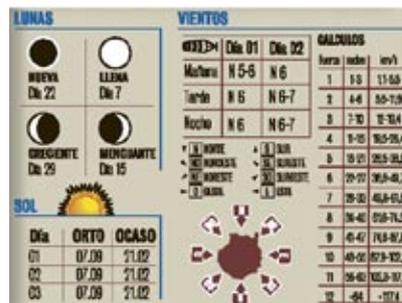
1. ¿Cómo se formó la Luna?
2. ¿Qué son las fases de la Luna? ¿Cuáles son dichas fases? Explica por qué se producen.
3. Describe diferentes aspectos de la exploración lunar. Indica los diferentes alunizajes tripulados que se han realizado.
4. Indica alguna de las misiones lunares europeas que se han realizado.



A.1.3 La Ciencia en los medios de comunicación

1. Observa las fases de la Luna en la siguiente imagen del periódico *Canarias7*: <http://www.canarias7.es/servicios/eltiempo.cfm> y después las de la siguiente página: <http://www.tutiempo.net/luna/fases.htm>

- ¿Qué observas?
- ¿Hay alguna diferencia en la forma de representar las distintas fases? Si es así, ¿cuál es la imagen correcta?
- ¿Quién ha cometido el error?
- ¿A qué crees que es debido el error?



A.1.4 Lectura. Cómo trabajan los científicos

1. Lee el siguiente texto y a continuación realiza las actividades propuestas.

ASTRÓNOMOS ENCUENTRAN LA FORMACIÓN DE UN PLANETA SIMILAR A LA TIERRA A 424 AÑOS LUZ.

Un planeta como la Tierra parece estar formando a unos 424 años luz de distancia, acurrucado en un enorme cinturón de polvo caliente, según revelaron unos científicos de EE.UU.

04 Oct 2007 | AFP

«Con una edad entre 10 y 16 millones de años, el sistema de este planeta todavía está en su 'temprana adolescencia', pero vive el momento perfecto para que se formen astros como la Tierra», dijo Carey Lisse, del Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad Johns Hopkins.

El enorme anillo de polvo que rodea una de las dos estrellas de este sistema solar está justo en el medio de la zona habitable; del sistema donde, si hubiera un planeta rocoso, el agua podría llegar a existir. Este tipo de cinturones de polvo raramente se forman en torno a estrellas como el Sol, y la presencia de un anillo de hielo externo hace suponer que el agua, y por lo tanto la vida, podría en algún momento llegar a la superficie de este planeta.

Además, este cinturón está hecho de compuestos rocosos similares a los que forman la corteza de la Tierra y de sulfuros de metales parecidos a los que se encuentran en el centro del planeta. «Es justo lo que se necesita para hacer una Tierra», dijo Lisse en una entrevista telefónica. «Es emocionante pensar en lo que está sucediendo». No obstante, Lisse no estará aquí para verlo.

Las imágenes capturadas por el telescopio espacial Spitzer de la Agencia Espacial Estadounidense (NASA) han tardado 424 años en llegar a la Tierra, pero ese tiempo es apenas un parpadeo en la historia del joven astro que aún no ha sido bautizado.

«Transcurrirán unos 100 millones de años antes de que este planeta esté totalmente formado y unos mil millones de años antes de que aparezcan los primeros signos de vida, como las algas», dijo Lisse.

No obstante estas imágenes han ayudado a Lisse y sus colegas a comprender mejor cómo se puede formar un planeta como la Tierra. El descubrimiento de Lisse será presentado la semana próxima en el Instituto Estadounidense de Astronomía y se publicará en la próxima edición de la revista *Astrophysical*.

Sacado de <http://www.laflecha.net/canales/ciencia/astronomos-encuentran-la-formacion-de-un-planeta-similar-a-la-tierra-a-424-anos-luz/>



- ¿A qué distancia de la Tierra se está formando este planeta?
- ¿Cómo se llama el sistema estelar en el que se está formando?
- ¿Cuáles son las condiciones que se dan en este sistema para que se forme un planeta como la Tierra?
- ¿Con qué telescopio espacial se obtuvieron las imágenes?
- ¿Cuánto tardarán en aparecer los primeros signos de vida?
- ¿Para qué crees que les ha servido a los científicos esta imagen?



2. La estructura de la Tierra, métodos de observación y origen de las capas terrestres

Debes saber que . . .

- ✓ Desde la Antigüedad el hombre ha fantaseado con el interior de la Tierra. Era un lugar inhóspito, desconocido, inalcanzable. La herencia cultural de las religiones lo describía como el infierno, mientras otros, como Julio Verne, crearon una visión de un mundo interior, desconocido y fascinante.
- ✓ La estructura interna del planeta Tierra es algo que no podemos conocer de forma directa. Sin embargo, disponemos de algunas evidencias directas y de muchas indirectas que nos permiten elucubrar acerca de la misma. Esto se debe a que no disponemos de la capacidad tecnológica necesaria para realizar una exploración en profundidad.
- ✓ Veremos a continuación cuáles son esos métodos de estudio del interior de la Tierra, para después describir la estructura del planeta tal y como se propone en la actualidad. Es decir, dos puntos que debemos estudiar:
 - Métodos para el estudio del interior de la Tierra y Estructura de la Tierra.



A.2.1. Métodos para el estudio del interior de la Tierra

1. Lee el siguiente texto y a continuación realiza las actividades propuestas.

VIAJE AL CENTRO DE LA TIERRA

En el espacio que rodea la Tierra, la exploración humana ha llegado hasta los 6000 millones de kilómetros, mientras que las perforaciones hacia el interior del planeta solo han alcanzado los 10 kilómetros. Al geofísico y especialista en exploración planetaria David J. Stevenson esta situación le parece injusta y ha decidido abogar razonadamente por que se realice una misión no tripulada para explorar el interior de la Tierra y alcanzar su núcleo, prácticamente desconocido, que está a menos de 6000 kilómetros.

En el proyecto, lo más difícil, aunque solo a primera vista, es el comienzo. Hay que abrir una grieta en la corteza terrestre y para ello ha calculado que sería necesaria una explosión de varios megatonnes, un terremoto de magnitud 7 o una bomba atómica de las que están listas para utilizar, aunque también se podría hacer con menos energía aprovechando alguna falla ya existente. Por esa grieta se arrojaría una gran cantidad de hierro fundido, que Stevenson cifra en un millón de toneladas, algo así como la producción diaria mundial en la industria siderúrgica. Junto con el hierro, que avanzaría a una velocidad de 18 kilómetros por hora hacia el interior de la Tierra, iría una pequeña sonda, del tamaño de un pomelo, con instrumentos miniatu-

rizados para medir la temperatura y la conductividad eléctrica y detectar la presencia de determinados elementos. A esa velocidad, el viaje al centro de la Tierra sería corto, de alrededor de una semana.

La grieta se iría cerrando detrás del hierro.

La sonda comunicaría los datos obtenidos en el descenso mediante ondas de sonido.

Estructura interna de la Tierra

Del interior de la Tierra se sabe tan poco que surgen continuamente nuevas hipótesis sobre lo que ocurre a varios miles de kilómetros de profundidad. Se supone que el núcleo interno es sólido, mientras que el núcleo externo es líquido.

[...] Las fuertes corrientes en la zona de transición serían la causa del campo magnético terrestre. Pero este campo magnético no existiría sin una fuente de calor permanente.

Rama Murthy (Universidad de Minnesota, EE.UU.) cree que la fuente de calor es potasio radiactivo –potasio 40– que se incorporó al núcleo al formarse la Tierra y tiene un periodo de semidesintegración muy largo: 1300 millones de años.

MALEN RUIZ DE ELVIRAL. *El País*, 04/06/2003

1. Resume el experimento descrito, explicando qué haría avanzar el hierro hacia el interior de la Tierra.
2. Indica al menos tres dificultades que encuentres en ese proyecto, e indica el interés de dicha investigación.
3. Explica en qué consiste el periodo de semidesintegración de las sustancias radiactivas y pon un ejemplo





A.2.1.1. ¿Cómo estudiar el interior de la Tierra?

1. Infórmate sobre los distintos tipos de métodos que se utilizan para estudiar el interior de la tierra, utilizando para ello las siguientes páginas de Internet que te proporcionamos, y realiza después las actividades que se indican.

Recursos

La geosfera: la esfera de la Tierra <http://personales.ya.com/geopal/Geoesfera/index.html>

Proyecto biosfera: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/estrucinternatierra/contenidos.htm>

Libros vivos: <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1187>

Tarea

- a) Ahora que ya te has documentado, elabora un mapa conceptual en el que reflejes toda la información sobre los distintos métodos de estudio del interior terrestre. Elabóralo con la herramienta <http://cmap.ihmc.us/>
- b) Con toda la información recabada de los distintos métodos que has podido estudiar hasta el momento, los científicos han elaborado teorías acerca de la estructura del interior terrestre.

Vamos a ver a continuación los modelos aceptados en la actualidad, denominados modelo estático y modelo dinámico. Pero antes, vamos a ver cómo los científicos han utilizado estos métodos para obtener la información que les ha permitido elaborar dichas teorías.



A.2.1.2 ¿Cómo funciona el interior de la Tierra?



En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.

1. En el siguiente vídeo se recrean los efectos de un terremoto. Unas zonas de la Tierra son más propensas a sufrirlos que otras. Esto parece una prueba palpable de que la Tierra no es algo estático, sino que se mueve.

http://www.youtube.com/watch?v=o_9XHnvyUJU&feature=related

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> a) ¿Cuáles son las primeras ondas que se manifiestan en un terremoto? <ol style="list-style-type: none"> 1. Las primarias. 2. Las secundarias. 3. Las superficiales. b) ¿Cuáles son las segundas en llegar? <ol style="list-style-type: none"> 1. Las primarias. 2. Las secundarias. 3. Las superficiales. | <ol style="list-style-type: none"> c) ¿Qué ondas llevan la mayor parte de la energía del terremoto? <ol style="list-style-type: none"> 1. Las primarias. 2. Las secundarias. 3. Las superficiales. d) ¿Qué ondas sacuden el suelo de un lado a otro y doblan las vías del tren? <ol style="list-style-type: none"> 1. Las primarias. 2. Las secundarias. 3. Las superficiales. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

El interior de la Tierra.

Actividad. ¿Cómo funciona el interior de la Tierra?

En el siguiente vídeo se recrean los efectos de un terremoto. Unas zonas de la Tierra son más propensas a sufrirlos que otras. Esta parece una prueba palpable de que la Tierra no es algo estático, sino que se mueve.



Cuestiones: Después de observar detenidamente el Video responde a las siguientes preguntas:

Elige la respuesta correcta para cada pregunta, haciendo click sobre la letra correspondiente.

1. ¿Cuáles son las primeras ondas que se manifiestan en un terremoto?

A. Las primarias.

B. Las secundarias.

C. Las superficiales.



Los fenómenos que recrea el vídeo que acabas de ver parecen ser una prueba palpable de que la Tierra no es algo estático, sino que se mueve. Es decir, son solo algunas de las muestras de que la Tierra está viva, en el sentido de que está sometida al cambio. Los ejemplos anteriores son una muestra de ese cambio, pero aparte de esos podemos encontrar alguno más. Pero ¿cómo explicamos ese cambio?

Ahora que has visto el vídeo, vamos a ver cómo utilizan los científicos las ondas sísmicas producidas por los terremotos para estudiar la estructura de la Tierra.

A.2.1.3. Práctica on-line. Terremotos

1. ¿Cómo calculan los científicos la magnitud de un terremoto y localizan su epicentro?

Entra en la siguiente dirección de Internet:

http://nemo.sciencecourseware.org/eec/Earthquake_es/
Aprenderás cómo utilizan los científicos las ondas sísmicas para determinar la magnitud de un terremoto y para localizar su epicentro.

Instrucciones de uso:

Accede primero a los tutoriales para que aprendas a manejar la aplicación.

Ahora ya puedes pasar a realizar las actividades que se proponen.

Procura aprender bien el funcionamiento del ejercicio, pues al final, con el código que te facilitará tu profesor, tendrás que realizar un pequeño ejercicio que **será evaluado**.



2.2. Estructura de la Tierra

Por medio de estos medios se ha llegado a deducir la estructura de la Tierra. Vamos a estudiar a continuación cómo es esa estructura.

A.2.2.1 ¿Cómo es la estructura interna de la Tierra?

 En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.

Ahora que ya has visto los métodos que usan los científicos y cómo los utilizan para estudiar el interior de la Tierra vamos a ver cuál es el modelo actual de la estructura de nuestro planeta.

Lee la **estructura interna de la Tierra**

<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNaturalII/contenido1.htm>

Observa las siguientes animaciones: 3-Animación sobre las capas de la Tierra.swf, 4-El sistema Tierra.swf, estructura.swf y realiza las actividades propuestas.

1. ¿Qué diferencias existen entre la corteza oceánica y la continental?
2. ¿Cuál es la roca predominante en el manto?
3. Nombra las discontinuidades existentes entre las diferentes capas del modelo geoquímico.
4. Indica las diferencias entre el núcleo externo y el núcleo interno.
5. ¿Por qué sabemos que el núcleo externo es fluido? Razónalo.
6. Completa la siguiente tabla:

Capa interna	Espesor aproximado	Estado físico
Corteza		
Manto superior		
Manto inferior		
Núcleo externo		
Núcleo interno		

7. Realiza un esquema comparativo de ambos modelos.



A.2.2.2. Final de síntesis. Comprueba lo que has aprendido

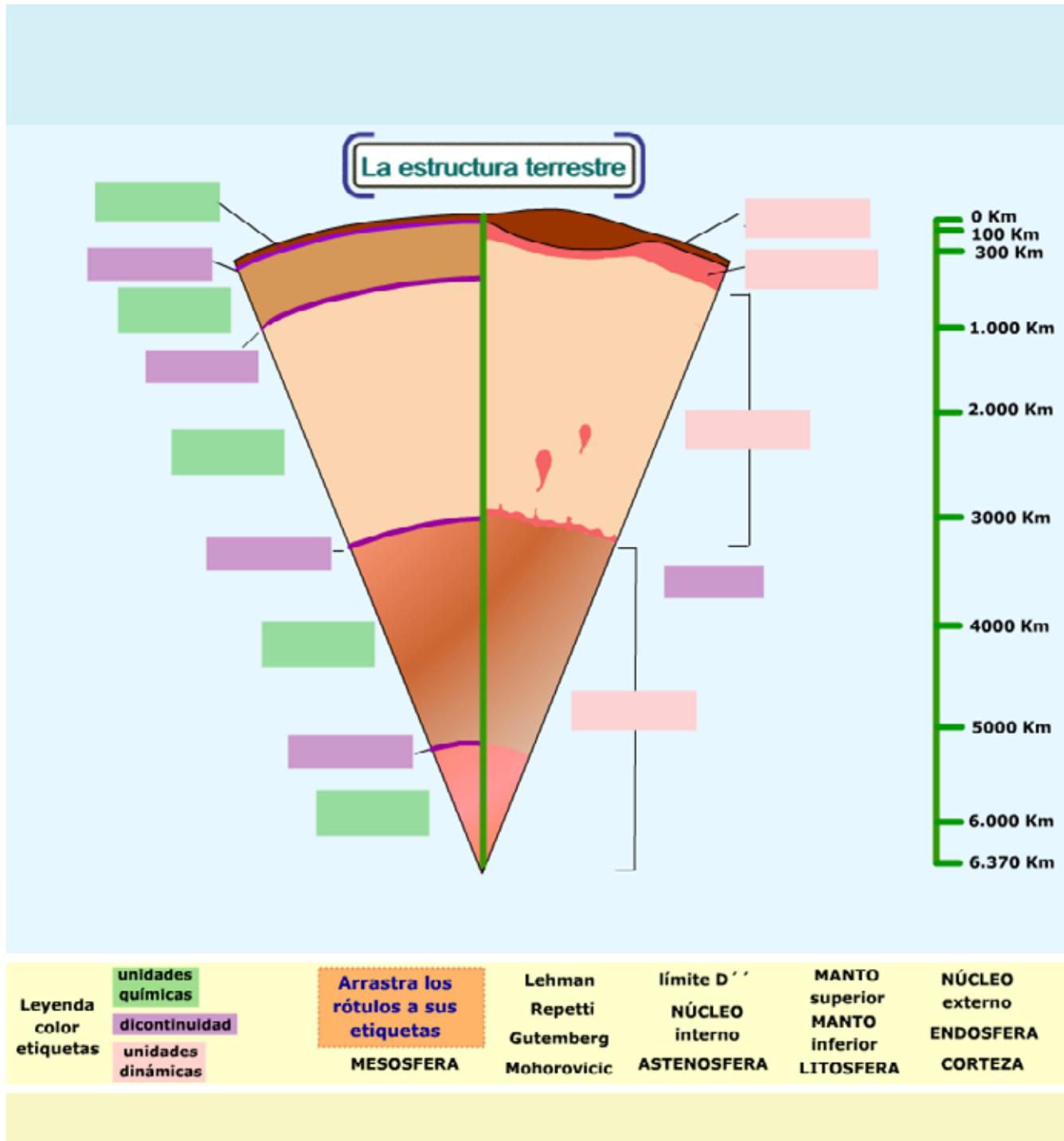
En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.

Si has realizado todas las actividades anteriores correctamente, habrás llegado a la conclusión de que hoy en día conocemos que la Tierra está formada por capas concéntricas: corteza, manto y núcleo. La corteza y el manto se separan por la discontinuidad de Mohorovicic, y el manto y el núcleo por la discontinuidad de Gutemberg. También sabrás ya que existe otro modelo dinámico para representar esta estructura.

Pero ¿estás seguro de que lo has aprendido correctamente?

Comprueba que has entendido correctamente la estructura interna de la Tierra con la siguiente animación:

1. Completa el esquema, añadiendo los nombres respectivos:



3. La tectónica global: la teoría de la tectónica de placas y las interacciones entre las placas

Debes saber que . . .

- ✓ La teoría de la tectónica de placas revolucionó la visión que teníamos del funcionamiento geológico de nuestro planeta. Pero en realidad, solo se había explicado el funcionamiento de la parte más externa de la Tierra. Es algo así como conocer únicamente las tapas de un libro; todavía hay que descubrir cómo es el interior.
- ✓ En el caso de la Tierra, aún quedan unos 6.300 kilómetros de roca y hierro por debajo de las placas tectónicas que forman parte del motor térmico planetario.

ANTECEDENTES DE LA TECTÓNICA DE PLACAS



A.3.1. Lectura sobre la deriva continental

1. ¿Han estado los continentes siempre en el mismo sitio?

Entra en las siguientes direcciones e infórmate sobre la deriva de los continentes:

- http://www.manuelugarte.org/descargas/cambio_climatico/la_deriva.htm
- http://www.telefonica.net/web2/jgarciaf/cambio_climatico/Causas_internas/wegener.htm
- <http://www.ciencia.net/VerArticulo/?idTitulo=Deriva%20continental>
- http://www.kalipedia.com/ecologia/tema/pruebas-deriva-continental.html?x=20070417klpcnatun_21.Kes

En estas páginas se habla largamente de la vida e ideas del principal propulsor de la Teoría de la deriva de los continentes. **Tras la lectura redacta, un informe** en un procesador de textos (Word, Open office) en el que des respuesta a las siguientes cuestiones que te planteamos a continuación. Cuando lo tengas, entrégarselo al profesor para que te lo califique.

2. Realiza una biografía de Wegener en la que recojas: **a)** ¿Dónde nació? **b)** ¿En qué universidades estudió? **c)** ¿Qué estudios cursó? **d)** ¿Qué zonas exploró? **e)** ¿Quién fue su principal inspirador? **f)** ¿Quién fue su principal opositor? **g)** ¿En qué consiste su teoría? **h)** ¿Qué defectos achacaba a su teoría? **i)** ¿Dónde falleció? **j)** ¿Quién le acompañaba? **k)** ¿Cuáles eran las pruebas de la deriva continental que aportó?



A.3.2. Formación de los continentes

1. Lee el siguiente texto y a continuación realiza las actividades propuestas.

La idea de que los continentes no han estado siempre en el mismo sitio viene de lejos. Ya en 1620 el filósofo Francis Bacon llamó la atención sobre el hecho de que América del Sur y África encajaban perfectamente. Cien años después, Alexander Von Humboldt afirmaba que el Viejo y el Nuevo Mundo se habían separado debido a los efectos de las aguas caídas en el Diluvio Universal que, circulando de Norte a Sur, habían excavado el Atlántico. Se creía que los cambios en otras épocas habían sido súbitos y radicales y que una vez se hubieron dado permanecieron hasta nuestra época actual. En 1858 Antonio Snider-Pellegrini habló por primera vez de un supercontinente antes de la apertura del Atlántico, explicando así los similares fósiles en Europa y Norteamérica.

Esto nos lleva a Alfred Wegener que, mientras curioseaba por la biblioteca de su universidad, leyó un artículo que trataba sobre restos fósiles encontrados a ambas orillas del Atlántico. Este suceso le llevó a investigar más profundamente.

Así, Wegener fue el primero en reunir pruebas amplias que justificaran y sostuvieran la idea de que las masas terrestres hoy disjuntas formaban en el pasado geológico una única e inmensa masa continental, que denominó Pangea.

2. La importancia de Wegener en la construcción de la teoría sobre la formación de los continentes es debida a que...
 - a) Wegener fue el primero en señalar que había semejanzas entre los fósiles encontrados a ambas orillas del Atlántico.
 - b) Wegener fue el primero en señalar que América del Sur y África encajaban perfectamente.
 - c) Wegener fue el primero en aportar pruebas de diversas fuentes que apoyaban la hipótesis de que los continentes en el pasado estaban juntos.



A.3.3. Lectura sobre las pruebas de la deriva continental

1. Lee el siguiente texto y responde las actividades que se te plantean.

Muchos hechos observables en la naturaleza dan idea de que los continentes no estaban en el pasado en el mismo lugar que ahora. Los científicos habían observado los siguientes hechos:

PRUEBAS PALEONTOLÓGICAS

Entre las pruebas más importantes para demostrar que en el pasado continentes como África y Sudamérica estuvieron unidos, están las paleontológicas; es decir, las concernientes a los fósiles.

Existen varios ejemplos de fósiles de organismos idénticos que se han encontrado en lugares que hoy distan miles de kilómetros, como en Sudamérica, África, India y Australia.

Los estudios paleontológicos indican que estos organismos prehistóricos habrían sido incapaces de recorrer y cruzar los océanos que hoy separan esos continentes. Esta prueba indica que los continentes estuvieron reunidos en alguna época pasada.



PRUEBAS GEOGRÁFICAS

Wegener sospechó que los continentes podrían haber estado unidos en épocas pasadas al observar una gran coincidencia entre las formas de la costa de los continentes, especialmente entre Sudamérica y África. Si en el pasado estos continentes habían estado unidos formando uno solo (Pangea), es lógico que los fragmentos coincidan en forma. La coincidencia es aún mayor si se tienen en cuenta no las costas actuales, sino los límites de las plataformas continentales.

PRUEBAS GEOLÓGICAS Y TECTÓNICAS

Si se unen los continentes en uno solo, se puede observar que los tipos de rocas, la cronología de las mismas y las cadenas montañosas principales tendrían continuidad física, es decir, formarían un cinturón casi continuo. Por tanto, se puede deducir que muchas formaciones geológicas y cordilleras se originaron cuando todos los continentes estaban reunidos, y que después se separaron.



PRUEBAS PALEOCLIMÁTICAS

Se descubrió que existían zonas en la Tierra cuyos climas actuales no coincidían con los que tuvieron en el pasado. Existen lugares hoy que tienen un clima tropical o subtropical, pero que estaban cubiertos de hielo hace 300 millones de años. También hay regiones donde reinaban condiciones climáticas semejantes a las que se dan en las actuales zonas tropicales, que favorecieron la formación de grandes yacimientos de carbón; hoy en día, estos lugares se encuentran, sin embargo, en climas muy fríos. Estas pruebas hacen suponer que los continentes se localizaban en una latitud más al sur que la que ocupan actualmente.



Texto adaptado de la siguiente dirección:

http://www.kalipedia.com/ecologia/tema/pruebas-deriva-continental.html?x=20070417klpcnatun_21.Kes



- Uno de los hechos que sugiere que los continentes actuales formaban antes un supercontinente es que:
 - Los contornos de Europa y África encajan como un puzzle.
 - Los contornos de Sudamérica y África encajan como un puzzle.
 - Los contornos de Sudamérica y Norte América encajan como un puzzle.
 - Los contornos de Sudamérica y África encajan como un puzzle.
- Uno de los hechos que sugiere que los continentes actuales formaban antes un supercontinente es que:
 - Se han encontrado huesos de reptiles prehistóricos únicamente en Sudamérica y en África.
 - Se han encontrado huesos de reptiles prehistóricos en Sudamérica, en África, en la Antártida y la India.
 - Se han encontrado huesos de reptiles prehistóricos en Sudamérica, en África, en Australia, en la Antártida y la India.
 - Se han encontrado huesos de reptiles prehistóricos en Sudamérica, en África, en la Antártida y la India.
- Uno de los hechos que sugiere que los continentes actuales formaban antes un supercontinente es que:
 - Las montañas de los Andes tienen mucho parecido con las montañas de la Antártida.
 - Las montañas de los Andes tienen mucho parecido con las montañas de la India.
 - Las montañas de los Andes tienen mucho parecido con las montañas del Sur de África.
 - Las montañas de los Andes tienen mucho parecido con las montañas de la Antártida.
- Uno de los hechos que sugiere que los continentes actuales formaban antes un supercontinente es que:
 - Se han encontrado los mismos fósiles de algunas plantas en todos los continentes del Sur.
 - Se han encontrado los mismos fósiles de algunas plantas solo en Sudamérica y en África.
 - Se han encontrado los mismos fósiles de algunas plantas en todos los continentes del Sur y del Norte.
 - Se han encontrado los mismos fósiles de algunas plantas en todos los continentes del Sur.



A.3.4. Práctica on-line. Reconstrucción de la historia de los continentes



En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.

Objetivos

- Aprender a localizar y reconocer las principales etapas de la historia de los continentes.
- Analizar y argumentar a partir de la información proporcionada en distintas fuentes.
- Familiarizarse con la terminología científica en inglés.

- Vamos a entrar en esta dirección y podrás ver la reconstrucción de la historia de los continentes y de los océanos a través de todo el tiempo geológico: <http://scotese.com/earth.htm>



- ¿Cómo se llamaba el supercontinente más antiguo?
- ¿Cuándo colisionó Laurentia con Báltica?
- ¿Cuándo se formó el supercontinente llamado Pangea?
- ¿Cómo se llamaba el océano que rodeaba al supercontinente llamado Pangea?
- Hace 180 m.a., durante el Jurásico, surgió una dorsal que dividió Pangea en dos continentes. ¿Cuáles eran?



A.3.5. La tectónica de placas en su contexto histórico

 En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.

1. Observa el siguiente vídeo detenidamente y realiza las actividades que se te indican:
 - a) Elabora con la siguiente aplicación <http://www.timetoast.com/> un cronograma de tiempo que permita situar en el contexto histórico a cada uno de los científicos que contribuyeron al desarrollo de la Teoría de tectónica de placas. Incluye en el cronograma imágenes de los científicos y breve explicación de sus aportaciones a dicha teoría.



A.3.6. La ciencia en los medios. Artículos periodísticos

1. Lee el siguiente texto y contesta las actividades que se te plantean al final del mismo.
http://www.muyinteresante.es/index.php?option=com_content&task=view&id=441&Itemid=83

CIENCIA Y NATURALEZA

NOTICIAS

ÁFRICA SE ROMPE EN SILENCIO

El continente africano se está dividiendo y un equipo de científicos está teniendo la oportunidad única de cartografiar en directo el movimiento continental.

El grupo, encabezado por el geofísico de la Universidad inglesa de Leeds, Tim Wright, tiene como objetivo estudiar los movimientos sísmicos del desierto de Afar, al norte de Etiopía, donde dos grandes placas, la africana y la arábiga, están desgarrando el paisaje. El fenómeno ocurre a una velocidad de 16 mm al año, pero la acumulación de presión subterránea puede provocar episodios ocasionales de actividad.

Esto es lo que acaba de ocurrir, cuando en una semana aparecieron cientos de grietas y una parte del terreno se movió hasta 8 metros en poco tiempo. Más de 2 millones de metros cúbicos de roca fundida se introdujeron en una fisura entre ambas placas tectónicas y las separaron aún más.

El uso de sismógrafos, GPS y otras técnicas geofísicas y geoquímicas podrán proporcionar datos con los que los investigadores crearán un modelo informático tridimensional de cómo se mueve el magma a través de la corteza terrestre fragmentando y modificando los continentes.

- a) ¿Puedes definir el proceso que ocurre en África y que está haciendo que se rompa?
- b) Busca información en Internet sobre lo que ocurre en África y trata de encontrar si ocurre en más sitios del planeta.
- c) ¿Qué otros procesos ocurren en nuestro planeta que produzcan la destrucción de la corteza terrestre?



2. Entra en el siguiente enlace, lee y contesta las actividades.

http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Japon/archipelago/volcanes/terremotos/elpepusoc/20070810elpepusoc_2/Tes

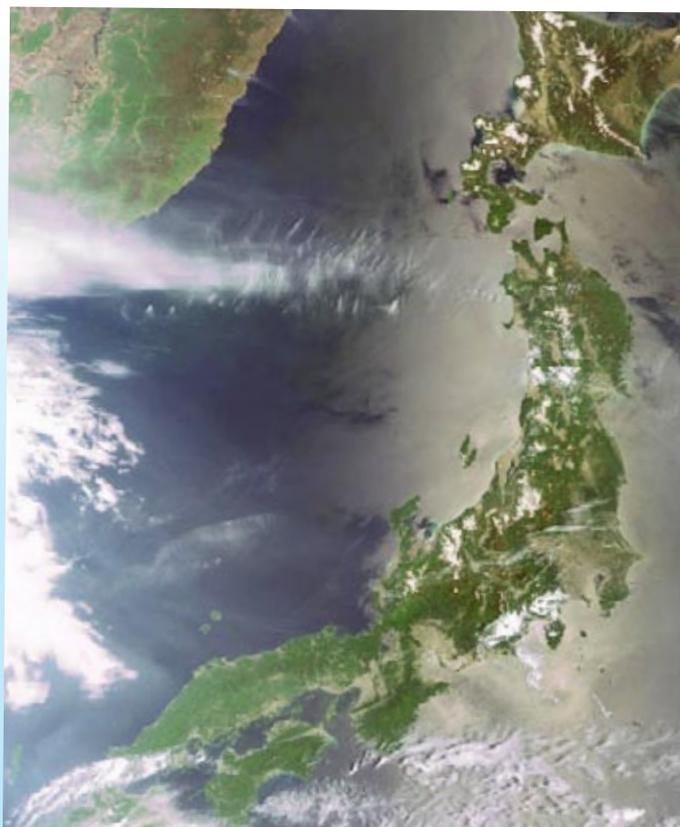
El satélite Envisat ha viajado en esta ocasión a la costa asiática para mostrar el archipiélago que forma Japón, que se extiende por 2.400 kilómetros en el Pacífico oeste. Los volcanes y las montañas son sus principales señas de identidad.

Las cuatro principales islas de Japón se pueden ver en esta imagen del Envisat; todas ellas están presididas por una formación montañosa central-Satélite Envisat

Las cuatro principales islas, de norte a sur, son Hokkaido, visible arriba a la derecha, Honshu, la mayor, que se extiende de noreste a suroeste, Shikoku, visible al sur de Honshu, y Kyushu, tapada por las nubes. Asimismo, el archipiélago incluye 3.000 pequeñas islas adicionales.

Las montañas cubren dos terceras partes del territorio del país y cada una de las islas tiene una formación montañosa central.

El Mar de Japón, visible a la izquierda de la imagen, separa el país de la costa asiática. Rusia es visible desde la isla de Hokkaido. Este mar forma parte en realidad del Pacífico y tiene una profundidad media de 1.752 metros, aunque llega a 3.742 metros en algunos puntos.



EL MONTE FUJI, EL PICO MÁS ALTO

La superficie de Honshu representa aproximadamente cuatro quintas partes del área total del país, cuya capital, Tokio, está en el centro de la costa este. El lago más grande es el Biwa y la montaña más alta es el Monte Fuji, un volcán en estado durmiente desde su última erupción en 1707 y que se sitúa en la costa sur de la isla, 100 kilómetros al este de la capital.

El movimiento de las placas tectónicas en Japón, en particular el choque de la placa del Pacífico con la de Filipinas, hace que las islas tengan una gran inestabilidad geológica. Esto produce unos 1.500 seísmos al año y frecuentes erupciones volcánicas.

ELPAIS.com publica una nueva foto enviada por la Agencia Espacial Europea (ESA). Cada semana, los lectores podrán beneficiarse con las mejores imágenes del planeta azul desde el espacio gracias a la red de satélites europeos.

- Lee el texto y realiza un comentario acerca de él.
- ¿Qué placas son las causantes de estos fenómenos en esta zona?
- Busca información acerca de otras zonas de la Tierra donde también se produzcan terremotos.



3. Entra en el siguiente enlace, lee detenidamente el artículo y contesta a las Actividades que se te plantean.

http://www.elpais.com/articulo/futuro/Rocas/antiguissimas/Groenlandia/indican/movimiento/continentes/elpepusocfut/20070328elpepifut_7/Tes

GEOLOGÍA. Tectónica de placas

Rocas antiguissimas de Groenlandia indican movimiento de continentes

M. RUIZ DE ELVIRA - Madrid - 28/03/2007

Unas rocas situadas a plena vista en una zona de Groenlandia muy estudiada por los geólogos han sido identificadas como los restos más primitivos del movimiento a gran escala de la corteza terrestre, con una antigüedad de 3.800 millones de años. Su importancia radica en que indican que el movimiento de las placas que forman los continentes, la tectónica de placas, es un fenómeno mucho más antiguo de lo que se creía hasta ahora.

En la actualidad, señala la revista *Science* (donde se publica el resultado de la investigación), se forma nuevo suelo en el fondo del mar, del magma que surge en las cordilleras submarinas, que se extiende al tiempo que se enfría y eventualmente vuelve a las profundidades terrestres por el proceso de subducción. También se puede formar en este proceso, cuando el borde de la placa que se hunde queda por encima de la placa estacionaria.

CALOR SOBRENTE

Los investigadores no sabían hasta ahora si la Tierra se libraba de su calor sobrante en los primeros tiempos de su historia (se formó hace 4.500 millones de años), cuando estaba mucho más caliente que ahora, con un mecanismo diferente. El nuevo descubrimiento «indica que el mecanismo actual de la tectónica de placas estaba ya en funcionamiento muy poco después de la formación de la Tierra», en palabras del geólogo Yildirim Dilek, de la Universidad de Miami (EE. UU).

El equipo que propone esta interpretación para un área de 12 kilómetros de largo en el sureste de Groenlandia, dentro del llamado Cinturón de Isua, señala que se trata de las rocas intactas más antiguas de la Tierra. Se formaron en el suelo del océano que existía entonces allí. Los geólogos llaman ofiolitas a estas formaciones, que representan la creación de nueva corteza terrestre y ahora están en tierra firme. En España se han identificado formaciones semejantes en Andalucía, en la serranía de Ronda. Hasta ahora, la ofiolita más antigua descubierta tenía una antigüedad de 2.500 millones de años.

Las rocas de Isua coinciden con la época en que pudo surgir la vida sobre la Tierra. De hecho, los investigadores, de seis países diferentes, buscaban signos de vida primitiva (microfósiles) en las rocas cuando llegaron allí en 2006. Ahora creen haber encontrado la corteza oceánica más antigua, y se basan tanto en su forma y composición geoquímica como en la proporción isotópica del oxígeno que contienen.



- ¿Qué hecho indica, según el texto, que los continentes se mueven?
- Utilizando Internet, busca información sobre el movimiento de los continentes a lo largo de la historia de la Tierra.



Ahora que, trabajando con las actividades anteriores, ya has comprobado los cambios que se producen en la superficie terrestre vamos a intentar entender el modelo que explica cómo se producen esos cambios.

1. Lee el siguiente texto y a continuación responde las actividades que se te plantean.

TECTÓNICA DE PLACAS

El valle del Rift de Etiopía se abre y África se parte a un ritmo de unos 16 milímetros al año. Se trata de un fenómeno geológico muy lento, pero también de una oportunidad única de seguir en directo el movimiento de los continentes [...]. Esta descomunal fractura se produce porque en el valle del Rift de Etiopía se juntan dos gigantescas placas litosféricas, la africana y la arábiga, que ahora se están separando. El tiempo estimado para que este proceso cambie realmente el aspecto de África se mide en millones de años, pero de forma ocasional las tremendas presiones bajo el suelo provocan ya episodios catastróficos, como el ocurrido en septiembre de 2005 cuando se abrieron cientos de grietas en la zona.

Otra investigación reciente [...] ha tratado de confirmar en un amplio estudio sobre el conjunto de Asia, cómo son las placas tectónicas: ¿duras y quebradizas o blandas y viscosas?

La primera hipótesis sugiere que los continentes se parten en pedazos en los choques entre placas tectónicas, la segunda que aumentan de espesor al juntarse.



El resultado de la investigación corrobora que la respuesta correcta no es sino una combinación de las dos hipótesis: «Hemos encontrado que la mayor parte de Asia es muy dura y se rompe como un plato de cerámica, pero también que hay grandes pedazos, como el Tíbet o las montañas Tien Shan, que parecen deformarse como la plastilina», comenta Calais (geofísico americano responsable de la investigación).

Uno de los grandes interrogantes a los que no responde la tectónica de placas es la formación de muchas islas volcánicas, como Hawái, Galápagos o Canarias. La explicación más utilizada es la de penachos tectónicos: parte del material del manto terrestre sube al tener una mayor temperatura y una menor densidad y se funde al llegar a la superficie formando una isla o una montaña submarina, lejos de los bordes de las placas tectónicas. Sin embargo, si bien la mayoría de los geólogos está de acuerdo con esta teoría, no deja de tener también detractores.

CLEMENTE ÁLVAREZ. *El País*, 14/03/2007



- El artículo hace referencia al único lugar de nuestro planeta donde puede observarse un continente quebrándose en tierra firme. Localiza en Internet alguna imagen de ese hecho que se comenta.
- Los científicos siguen hoy en día debatiendo acerca de la naturaleza de las placas tectónicas. Explica brevemente, al hilo de los ejemplos que señalan, a qué pueden referirse al considerarlas duras o blandas.
- El texto también hace mención a ciertos hechos que en la actualidad sigue sin explicar la teoría de la tectónica de placas. Aporta alguna reflexión acerca de esa realidad en relación con los límites de la Ciencia y con su evolución dinámica.

A.3.7. Explicando los cambios en la superficie terrestre

Un modelo para explicar los cambios en la superficie terrestre: la tectónica de placas

1. Lee el siguiente texto y a continuación responde a las actividades que se te plantean.

Es evidente que en la superficie terrestre se van produciendo cambios, aunque de manera lenta. Para explicar estos cambios se debe recurrir a un modelo dinámico. Este modelo es la tectónica de placas, y consiste en lo siguiente:

- Los materiales rocosos de la corteza y de la parte superior del manto constituyen una unidad rígida y quebradiza que recibe el nombre de litosfera.
- La litosfera se encuentra fragmentada en trozos llamados placas litosféricas que encajan entre sí como las piezas de un puzzle.
- Las placas litosféricas flotan sobre el manto superior y están en continuo cambio: se mueven, se crean y se destruyen, etc..
- Las placas pueden estar formadas por litosfera oceánica, o ser mixtas y tener parte de litosfera oceánica y parte de litosfera continental.
- Las placas litosféricas están limitadas por los bordes de placa, que pueden ser de tres tipos: convergentes, divergentes o fallas de transformación.



EL MOTOR DEL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS

En la imagen de abajo puedes ver de forma general en qué consiste la dinámica del manto. **El motor de este movimiento es el calor del núcleo interno de la Tierra**, junto con el tirón gravitacional debido al hundimiento de placa litosférica dentro del manto. El calor interno del núcleo provoca corrientes de convección, debidas a la diferencia de temperatura entre la parte superior del manto (más fría) y la parte inferior (más caliente).

En la imagen hay zonas donde la corteza penetra en el manto. Son bordes de placa destructivos puesto que en estas zonas es donde se destruye la litosfera oceánica. En este borde las dos placas colisionan al moverse en sentido contrario.

En las dorsales oceánicas se produce litosfera, por lo que se llaman bordes constructivos. En estos lugares se produce la separación entre placas.



- Realiza un resumen del modelo de la tectónica de placas.
- ¿Qué son las placas litosféricas? ¿Cómo se comportan? ¿Por qué están limitadas?
- Indica los diferentes tipos de bordes de placa.
- Explica cuál es el motor de las placas litosféricas.
- ¿Cómo se originan las corrientes de convección en el manto terrestre?





En el DVD que acompaña este material encontrarás la versión interactiva de este ejercicio.



A.3.7.1. El motor del movimiento de las placas

En la siguiente animación puedes ver de forma general en qué consiste la dinámica del manto. El motor de este movimiento es el calor del núcleo interno de la Tierra, junto con el tirón gravitacional debido al hundimiento de placa litosférica dentro del manto. El calor interno del núcleo provoca corrientes de convección, debidas a la diferencia de temperatura entre la parte superior del manto (más fría) y la parte inferior (más caliente).

En la animación hay zonas donde la corteza penetra en el manto. Son bordes de placa destructivos puesto que en estas zonas es donde se destruye la litosfera oceánica. En este borde las dos placas colisionan al moverse en sentido contrario.

En las dorsales oceánicas se produce litosfera, por lo que se llaman bordes constructivos, lo que da lugar a la separación de los océanos. En este punto las placas se separan.

- ¿Qué origina el movimiento de las placas?
 - Las corrientes de convección debidas al calor del núcleo y el efecto gravitacional producido por el hundimiento de la placa litosférica dentro del manto.
 - El efecto gravitacional producido por el hundimiento de la placa litosférica dentro del manto.
 - Las corrientes de convección debidas al calor del núcleo.
- ¿Qué ocurre con la litosfera en los bordes convergentes?
 - Se destruye litosfera, al entrar dentro del manto.
 - Se crea litosfera al producirse enormes escapes de magma procedente del manto.
 - Una placa pasa bajo la otra, de forma que se crean montañas.
- ¿Qué ocurre con la Litosfera en las placas divergentes?
 - Se crea litosfera oceánica debido a las emanaciones de magma procedente del manto.
 - Se produce un fenómeno conocido como Rift, que consiste en la unión de placas oceánicas.
 - Se destruye litosfera puesto que se separan las placas.



A.3.7.2. Volcanes: nuevas montañas en la superficie

En la siguiente animación se explica la formación de volcanes. Obsérvala y contesta las siguientes preguntas:

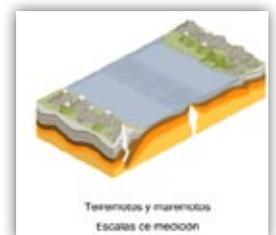
- ¿Cuál es el primer paso para que se forme un volcán?
- ¿Qué se libera en la explosión?
- ¿Qué tipos de volcanes hay?
- ¿En qué se basa esa clasificación de los volcanes?



A.3.7.3. Terremotos y maremotos: cuando la tierra tiembla

Observa la siguiente animación en la que se explican los terremotos y maremotos a partir de la tectónica de placas.

- ¿Cuándo se produce una falla de transformación?
- ¿Cuándo se produce una zona de subducción?
- ¿Qué es el epicentro?
- ¿Cómo se produce un maremoto?



4. Geología y origen de las Islas Canarias

Debes saber que . . .

- ✓ Comenzamos el estudio del origen de las Islas Canarias analizando la cronología de las ideas y conceptos relacionados desde la Antigüedad hasta finales del siglo XX, para terminar tratando de esclarecer cuál es la teoría aceptada actualmente.



A.4.1. Las teorías del origen de las Islas Canarias en su contexto histórico

Entra en la siguiente dirección: <http://www.aepect.org/hemeroteca/Garcia-Cruz01.htm>

Lee detenidamente el documento que te proponemos «El origen de las Islas Canarias: cronología de las ideas y conceptos relacionados, desde la Antigüedad hasta finales del S. XX.

1. Realiza con la siguiente herramienta <http://www.timetoast.com/> la cronología y evolución de las distintas teorías. Cuando lo termines envíale al profesor el enlace de tu trabajo.

A.4.2. Principales teorías sobre el origen de las Islas Canarias

1. Completa el diagrama cronológico de la actividad anterior añadiendo las siguientes teorías: teoría del punto caliente, teoría de la fractura propagante, teoría de los bloques levantados, y una breve explicación de cada una de ellas. No te olvides de añadir imágenes.

Recursos

Información sobre las teorías del origen de Canarias.

http://www.gevic.net/info/contenidos/mostrar_contenidos.php?idcat=22&idcap=91&idcon=528

EL MEDIO NATURAL CANARIO, Isaac Godoy

<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/culturacanaria/medio/medionat.htm>



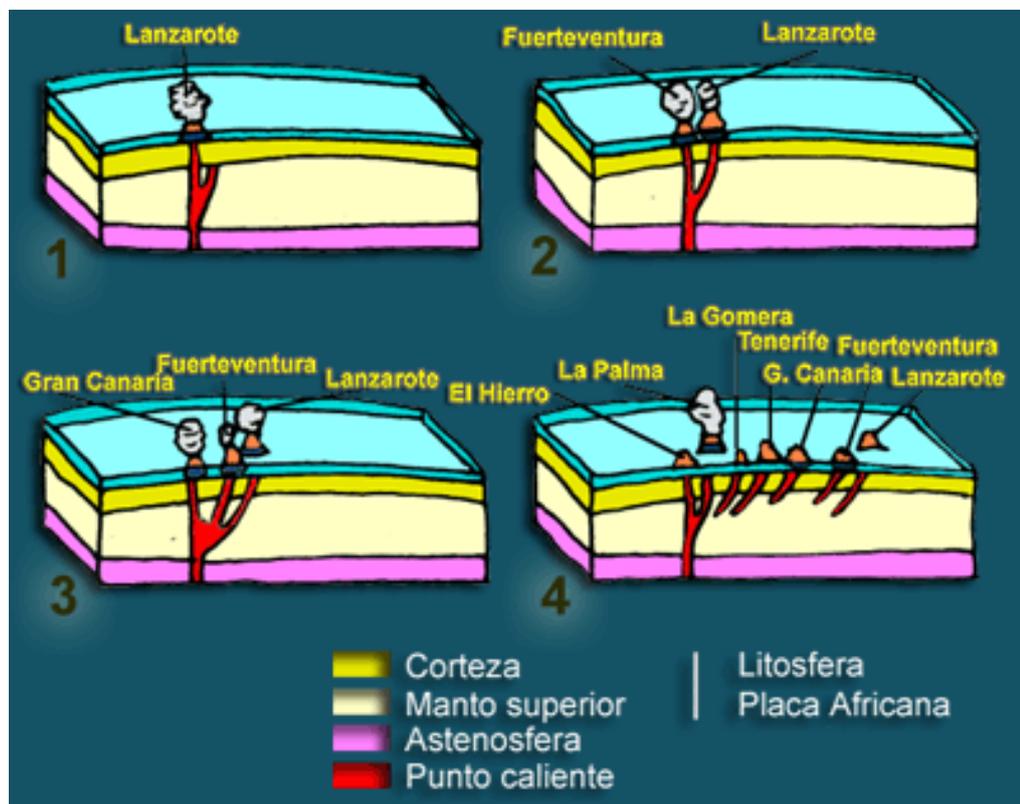
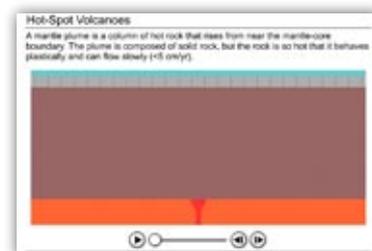
Ahora que ya conoces las distintas teorías sobre el origen de Canarias, vamos a analizarlas detenidamente.

A.4.3. Teoría del punto caliente

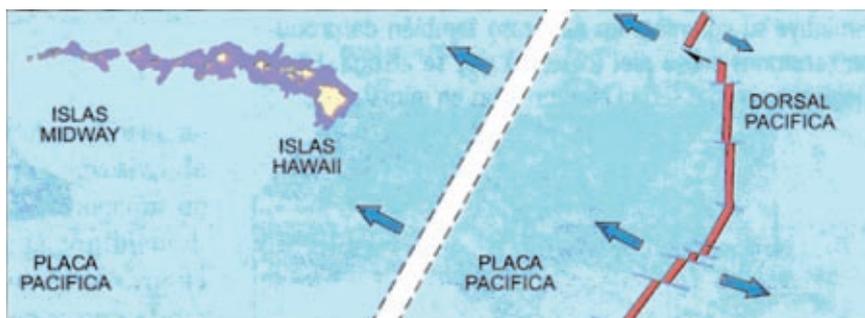
Observa la siguiente animación sobre la formación de las islas en un punto caliente:

http://www.wwnorton.com/college/geo/egeo2/content/animations/2_6.htm

Observa la siguiente imagen sobre la formación de las islas en un punto caliente:



1. Realiza una redacción explicando la teoría del punto caliente.
2. Según esta teoría, ¿qué se mueve y qué permanece estacionario?
3. Según la hipótesis del punto caliente, ¿qué isla del Archipiélago Canario es más antigua? ¿Y cuál es la más moderna?
4. Si el origen del Archipiélago Canario hubiese sido un punto caliente, ¿presentaría actividad en los dos extremos? ¿Estarían alineadas las islas? Razona tus respuestas.
5. Según esta teoría, ¿en qué isla debería haber actividad volcánica actualmente y en el futuro?
6. ¿Crees que se podrían formar nuevas islas en el futuro o ya se han formado todas?
7. ¿Podrían estar formándose nuevas islas actualmente? En caso afirmativo, ¿en qué lugar o lugares del Archipiélago?
8. Observa la siguiente imagen. Según la hipótesis del punto caliente:
 - a) ¿Qué islas serán más antiguas las de Hawai o las de Midway?
 - b) Señala el lugar donde creas que se produce actividad volcánica en la actualidad.

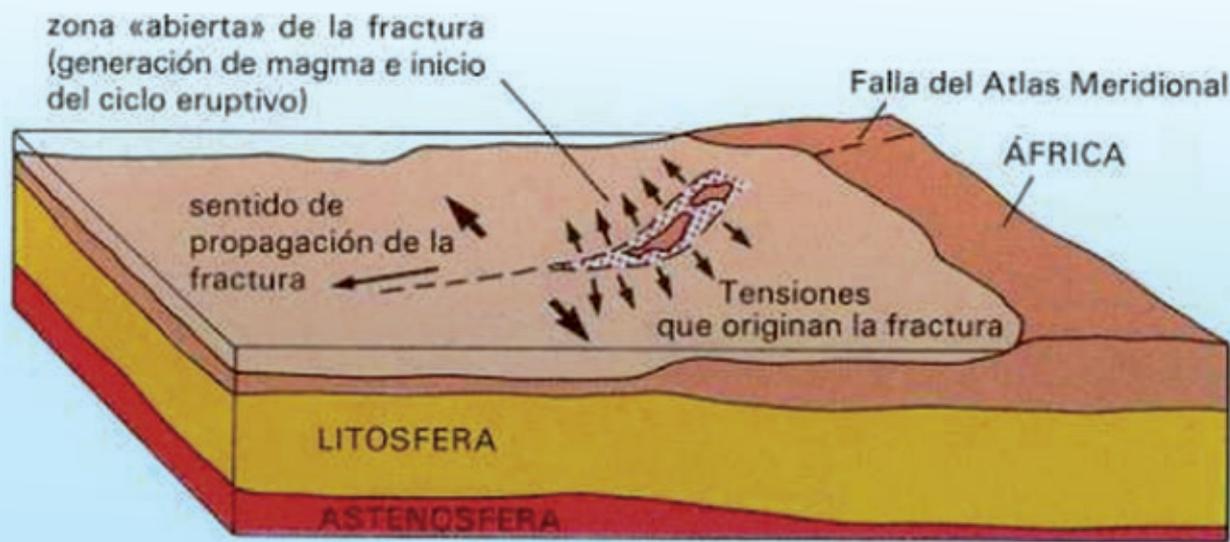


A.4.4. Teoría de la fractura propagante

1. Lee el siguiente texto y a continuación responde las actividades que se te plantean.

Dado que la teoría del punto caliente no parece la más adecuada para explicar el origen de las Islas Canarias, varios autores han propuesto otra hipótesis que sea capaz de explicar, a la vez, el orden de edad de las islas, la inmovilidad de la placa africana durante los últimos 20-25 m.a. y los episodios volcánicos recientes en el archipiélago. Esta es la **teoría de la fractura propagante**. **Anguita y Hernán (1975)**.

Frente a las Islas Canarias, en el continente africano, existe una gran falla, la falla del Atlas Meridional, que discurre en dirección al archipiélago. Esta zona habría sufrido etapas de compresión y distensión que rompieron la litosfera originando esta gran falla. Como consecuencia del descenso de la presión en la zona de fractura, el magma habría escapado y habría generado las diferentes islas.



De esta manera se daría respuesta a las siguientes actividades:

1. La progresión en **edad de las islas desde el continente hacia el océano**. Al ir avanzando la falla en esa dirección, es lógico pensar que las islas fueron apareciendo a medida que se iba fracturando la litosfera. Se iban generando alivios de presión locales y, por tanto, se originaba y se liberaba magma que acababa dando lugar a las diferentes islas.
2. **La antigüedad de las islas**. Se sabe que la cadena montañosa del Atlas, en el norte de África, se generó, más o menos, a la vez que apareció el magmatismo de Canarias.
3. **El vulcanismo reciente**. La explicación al hecho de que haya habido erupciones volcánicas en épocas históricas y en islas de ambos extremos del archipiélago se puede explicar basándose en que la fractura sigue avanzando y, por tanto, los impulsos orogénicos pueden dar lugar a episodios volcánicos en lugares diferentes y en distintas épocas. No hay que olvidar el gran terremoto que tuvo lugar en 1960 en la ciudad de Agadir que se encuentra situada en esa falla.

El problema que plantea esta teoría radica en que, aunque se conoce perfectamente la existencia de la gran falla del Atlas Meridional, no se ha podido demostrar que continúe hasta las Islas Canarias.

Es más, se plantea la hipótesis de que, en caso de existir en esta zona, estaría situada bordeando el archipiélago por el sur del mismo, por lo que las explicaciones anteriores no serían más que meras hipótesis.

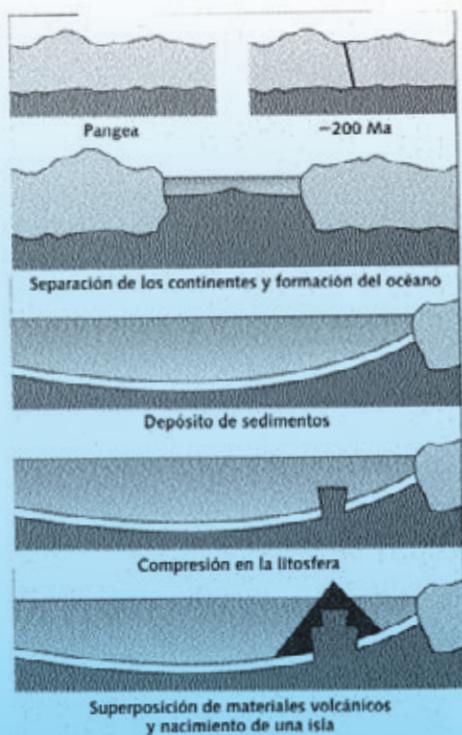
- a) ¿Qué significa el concepto de fractura propagante?
- b) ¿Dónde está situada la falla que se asocia al origen de las islas?
- c) La edad de las islas, ¿apoya o rechaza la teoría de la fractura propagante?
- d) Según esta teoría, ¿qué explicación se daría a las erupciones históricas?
- e) ¿Qué problema plantea esta teoría?





A.4.5. Teoría de los bloques levantados

1. Lee el siguiente texto y a continuación responde las actividades que se te plantean.



El estudio de los materiales de las islas ha revelado la existencia, en algunas de ellas, de materiales sedimentarios submarinos que contienen fósiles de hasta 100 m.a. de antigüedad. Estos materiales aparecen atravesados por diques volcánicos en cuya parte superior existen lavas submarinas. A todo el conjunto de materiales se lo llama complejo basal y se ha podido observar en La Palma, La Gomera y Fuerteventura, llegando a presentarse en zonas de hasta 500 m de altura.

La presencia del complejo basal ha facilitado la elaboración de una hipótesis sobre el origen de las islas: la teoría de los bloques levantados.

Según esta, a lo largo del proceso de expansión del fondo del océano Atlántico se fueron depositando sedimentos, procedentes de los continentes, sobre dicho fondo. La fuerza de compresión sobre la placa litosférica originada por la expansión del océano hizo que, hace 20 m.a. aproximadamente, se rompiera la corteza oceánica dando lugar a una serie de bloques independientes que acabarían levantándose. Las grietas entre los bloques serían zonas donde habría disminuido la presión, lo que hizo que los materiales situados en profundidad en esas zonas acabaran por fundirse originando bolsas de magma.

El magma de las cámaras magmáticas así originadas saldría al exterior por medio de chimeneas que atravesaron las capas de sedimentos submarinos dando lugar a la formación de volcanes submarinos. Actualmente se observan los restos de dichas chimeneas formando una red de diques que atraviesa la capa de sedimentos marinos del complejo basal.

Los volcanes submarinos, en erupciones sucesivas, fueron originando edificios volcánicos cada vez más altos hasta que consiguieron sobrepasar el nivel del mar. Así aparecerían las distintas islas.

- ¿Qué es el complejo basal?
- ¿En qué islas se puede observar?
- ¿Por qué aparece a 500 m de altura?
- ¿Qué fuerzas actúan levantando los bloques?
- Según la teoría de los bloques levantados, ¿por dónde saldría el magma que originó los edificios isleños?



A.4.6. Las Islas Canarias: ¿un punto caliente? Debate sobre el origen de las islas

Lee el siguiente documento. Debate sobre el origen de las Islas Canarias.

<http://olmo.pntic.mec.es/eduardosanz/Actividades/Debate%20sobre%20origen%20islas%20canarias.pdf>

- Responde a las preguntas que se te plantean en el documento.
- Elabora un documento final en el que resumas las ideas planteadas en el documento.



A.4.7. Situación actual de la cuestión

Parece que estas teorías no son aceptadas. Entonces, ¿cuál es la teoría o modelo aceptado actualmente? Entra en el siguiente enlace:

http://www.aepect.org/astenosfera/astenosfera/documentos/DOC_9.htm

- Lee el documento EL ORIGEN DE LAS ISLAS CANARIAS: UN MODELO DE SÍNTESIS. The Canary Islands Origin: A Unifying Model de Francisco Anguita y Francisco Hernán.
- Elabora un pequeño informe sobre dicha teoría y actualiza el diagrama cronológico con los nuevos datos sobre este modelo.



A.4.8. ¿Qué hacer en caso de una erupción volcánica? Evaluación de riesgos

Como habrás podido comprobar, Canarias es una región volcánica que sigue presentando actividad en la actualidad, por lo que no estaría de más que te informaras sobre los riesgos volcánicos en Canarias y sobre qué hacer en el caso de una erupción volcánica.

Recursos Riesgo volcánico en las Islas Canarias:

<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/08RiesgN/121VolcCanar.htm>

Riesgo volcánico en Canarias: <http://canariasecologica.lanzalo.org/2007/06/08/riesgo-volcanico-en-canarias/>

Nociones básicas de vulcanismo y riesgos volcánicos: <http://www.proteccioncivil.org/vademecum/vdm024.htm>

Guía de riesgos para la salud ante erupciones volcánicas: http://www.paho.org/spanish/PED/te_volc.htm

¿Qué hacer en caso de emergencia volcánica?

http://www.proteccioncivil.gob.mx/upLoad/Publicaciones/c_popocatepetl.jpg

Cartilla de seguridad ante erupciones volcánicas: <http://www.predes.org.pe/cartilla%20erupciones.pdf>

1. Elabora un mapa conceptual con las medidas de protección más importantes que hay que tener en cuenta en una erupción volcánica.

A.4.9. Formación de Las Cañadas del Teide y de los Valles de La Orotava y Güímar

Una de las teorías geológicas más importantes de Telesforo Bravo y que constituyó una auténtica novedad en la literatura geológica mundial es la de los **deslizamientos gravitacionales**. Los procesos por los que se han originado las grandes depresiones de Tenerife (Caldera de Las Cañadas y los Valles de La Orotava y Güímar) han sido materias por las que se han interesado los científicos y que han dado lugar a un largo e intenso debate. La aportación de Bravo para solucionar esta controversia fue crucial: en los años cincuenta y sesenta del siglo XX aportó reflexiones fundamentales extraídas de la observación de las galerías del norte de Tenerife. Sus datos permitieron la formulación de una teoría nunca antes formulada a esa escala.

Hasta la constatación de la teoría de Bravo, la hipótesis del hundimiento era la aceptada por casi todos los estamentos científicos para explicar la formación de las grandes depresiones de Tenerife. La formulación la realiza el investigador portuense en un artículo de 1962 que podemos calificar de embrionario, «El Circo de Las Cañadas y sus Dependencias», donde aporta datos inéditos sobre las formaciones volcánicas presentes en los subsuelos del norte de Tenerife, obtenidos a partir del estudio geológico sistemático de las galerías situadas en él. Bravo explica la formación de las tres grandes depresiones por el deslizamiento gravitacional de grandes masas del flanco norte de Tenerife, que se movieron lateralmente hacia el mar sobre la superficie plástica e inclinada del mortalón o fanglomerado. Para explicar cómo se formó ese material, Bravo acude a un origen volcánico explosivo. Pero estas ideas no fueron aceptadas por la comunidad científica y Telesforo Bravo tuvo que luchar casi en solitario, durante casi treinta años, contra la incompreensión e incluso las burlas de muchos de sus colegas. Durante las últimas dos décadas del siglo XX, sin embargo, suceden tres hechos que permiten confirmar su teoría: la erupción del volcán Saint Helens, en el estado de Washington, noroeste de los Estados Unidos, que provoca un deslizamiento que es seguido en vivo y en directo; la formulación en 1989, por parte de los geólogos José Manuel Navarro y Juan Coello, a partir del análisis de los datos obtenidos en el estudio continuado de las galerías, de la moderna teoría de los deslizamientos, y, finalmente, los datos oceanográficos de los geólogos británicos Watts y Masson que en 1995 aportan evidencias que confirman definitivamente la existencia de varios grandes deslizamientos en el flanco norte de Tenerife.

1. Resume en qué consiste la teoría de los deslizamientos gravitacionales empleada por Bravo para explicar la formación de Las Cañadas del Teide y los valles de La Orotava y Güímar.
2. ¿En qué datos y observaciones se basó Telesforo Bravo para apoyar su teoría? ¿Por qué no fue aceptada inicialmente por la comunidad científica? ¿Qué otra teoría rival era aceptada?
3. ¿Qué hechos permitieron más tarde confirmar su teoría?
4. Busca información e indica algunas aportaciones de Bravo relacionadas con la hidrología, la paleontología, la arqueología, la geología, la geografía, la conservación de la naturaleza y la mejora del medio ambiente y algunas de sus obras relacionadas con estos temas.
5. Realiza la ficha biográfica de Telesforo Bravo entregada por el profesorado.



A.4.10. Biografías de geólogos

1. Siguiendo la ficha biográfica entregada por el profesorado completa la biografía de ambos científicos.

Alfred Wegener (1880-1930)

Geofísico y meteorólogo alemán. Aunque doctorado en astronomía, se interesó muy pronto por la geofísica y por las entonces incipientes ciencias de la meteorología y la climatología. Su nombre quedará asociado para siempre a la teoría de la deriva continental, que le ocasionó no pocos disgustos en vida.

Según Wegener, hace unos 300 millones de años los actuales continentes habrían estado unidos en una sola gran masa de tierra firme que denominó Pangea, la cual, tras resquebrajarse por razones desconocidas, habría originado otros nuevos contingentes terrestres sujetos a un movimiento de deformación y deriva que todavía perdura.

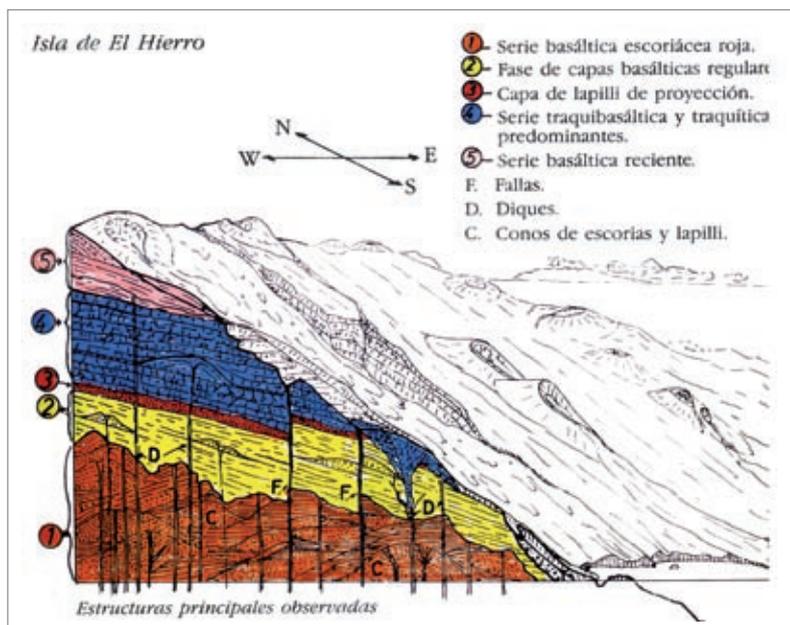
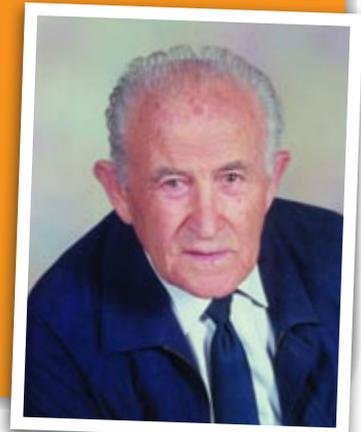
La teoría fue recibida de manera hostil, por la inexistencia de una explicación convincente sobre el mecanismo de la deriva continental en sí. A partir de 1950, no obstante, las ideas de Wegener ganaron rápida aceptación y se lo consideró el precursor de la teoría de las placas tectónicas.



Telesforo Bravo (1913-2002)

Geólogo, hidrólogo y naturalista canario. Catedrático de Petrología y Director del Departamento de Petrología y Geoquímica de la Universidad de La Laguna. Consagró su vida a la investigación, la docencia y la divulgación científica.

Sus investigaciones científicas se basaron en las aguas subterráneas y en la vulcanología de Canarias. Entre sus numerosas publicaciones destaca, sin dudas, la *Geografía general de las Islas Canarias* (1954–1964). Bravo fue un defensor a ultranza del origen volcánico del archipiélago. Descubrió la rata fósil gigante *Canariomys bravoii* y los restos fósiles del lagarto gigante *Lacerta maxima*. Divulgador científico y formador de profesores. Premio César Manrique de Medio Ambiente en el año 2000. Premio Canarias de investigación en 1989. A título póstumo, Gran Cruz de la Orden de Canarias 2002 y Medalla de Oro de Puerto de La Cruz 2003.



Mapa geológico del hierro Telesforo Bravo

E. EJEMPLIFICACIÓN: utilización de un SIG para explorar la tectónica de placas (Simulador on line en Internet)

Con esta actividad pretendemos que el alumno aprenda a investigar los diferentes aspectos de la tectónica de placas aplicando los conocimientos adquiridos en el tema, y que a la vez se familiarice con algunos de los sistemas de información geográfica SIG (GIS Geographic Information System) disponibles on-line en Internet.

Objetivos

- Aprender a localizar y reconocer las principales estructuras del relieve del planeta.
- Analizar y argumentar su relación con la tectónica de placas.
- Conocer de forma práctica la estructura y el funcionamiento de un sistema de información geográfica SIG (GIS Geographic Information System).
- Familiarizarse con el uso de las nuevas tecnologías.
- Familiarizarse con la terminología científica en inglés.

Debes saber qué es un sistema de información geográfica (SIG)

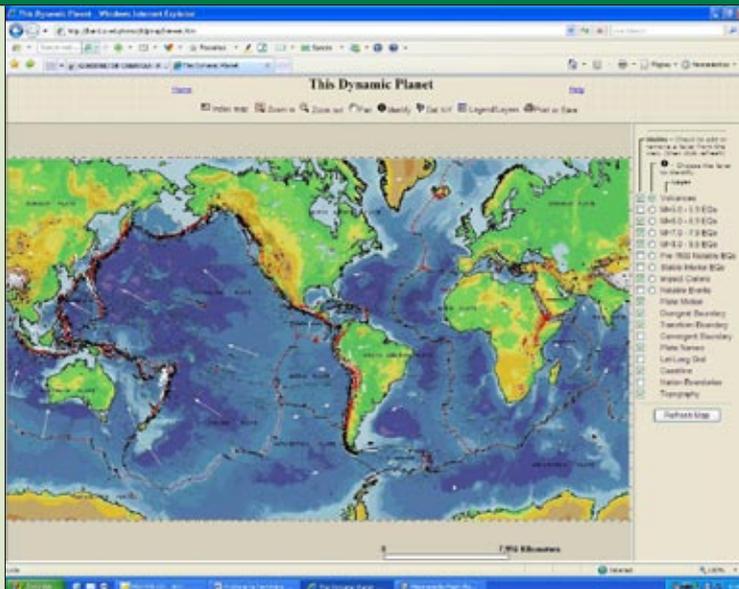
- ✓ Con el desarrollo de los ordenadores y de Internet, se ha facilitado el acceso a diferentes sistemas de información geográfica (SIG). Estos sistemas ofrecen informaciones diversas: mapas, fotografías aéreas y de satélite, datos de poblaciones, de producciones agrícolas, de usos del suelo, de terremotos, de volcanes, etc.
- ✓ Los datos son almacenados y actualizados en organismos como el Instituto Geográfico Nacional, en organismos autonómicos o locales, o en empresas privadas. Para manejar esta información puede ser necesario un software, que en algunos casos, como el del programa GoogleEarth, el usuario debe descargar e instalar en su ordenador para poder representar los datos, accediendo así a los mapas y fotografías aéreas y de satélite. En otros casos, el propio SIG posee una aplicación que permite consultar las diferentes bases de datos (mapas de carreteras, planos de ciudades...) que ofrecen las empresas.
- ✓ Normalmente, la información de las bases de datos de un SIG se puede presentar en capas. Sobre una imagen de base como un mapa o una fotografía aérea o de satélite, el usuario puede ir superponiendo la información que necesite: los ríos, las carreteras, las poblaciones, la toponimia, los cultivos, etc.
- ✓ Además, la aplicación para el manejo de las bases de datos del SIG permite realizar diferentes cálculos, como distancias entre puntos, rutas óptimas para ir de un lugar a otro, superficies de campo, volúmenes de masas de tierra, pendientes, desniveles, etc., así como observar tendencias, es decir, la evolución de un determinado parámetro a lo largo del tiempo. Esto tiene especial interés para observar la evolución en el desarrollo de epidemias, en la producción de cultivos, en el volumen de agua de los embalses, en las masas forestales, etc.
- ✓ Hoy en día se emplean para muchas actividades, como pueden ser la realización de estudios medioambientales, geológicos, oceanográficos o como el que veremos a continuación para estudiar la tectónica de placas.



Descripción de la Aplicación:

Entra en la siguiente dirección: <http://baird.si.edu/minsci/tdpmap/viewer.htm> para acceder al mapa interactivo de «This Dynamic Planet».

Al hacerlo, verás la siguiente pantalla:



Observa que está dividida en tres regiones:

- En **la barra superior** tienes un menú mediante el cual podrás interactuar con el mapa.
- En **la parte central**, el mapa de la tectónica de placas.
- En **la parte derecha**, una serie de iconos que te permitirán activar o desactivar las distintas capas **en función de los objetivos deseados**.

Instrucciones de uso:

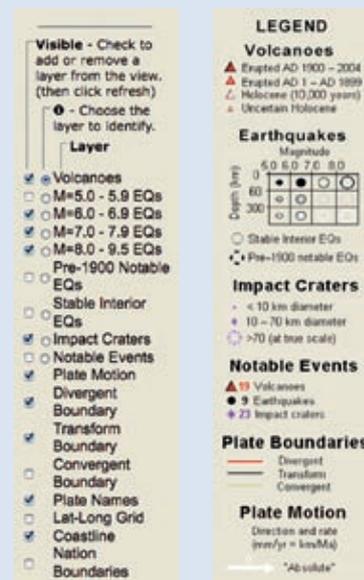
Pulsa **Legend/layers** en la barra de arriba,



al hacerlo verás que en la parte derecha aparecerán alternativamente:

La columna Layer que se muestra al cargar la página contiene el listado de las capas o estratos disponibles que se pueden activar o desactivar (haciendo clic en la casilla visible) en función de los objetivos que deseemos analizar en el mapa. Cada vez que actives o desactives una casilla, debes pulsar en el botón inferior «**Refrehs Maps**» para que los cambios surtan efecto.

La leyenda (LEGEND) con los iconos empleados en el mapa.





ACTIVIDADES

Ahora que te has familiarizado con el manejo de la aplicación vamos a empezar a trabajar con ella:

En primer lugar desmarca todas las casillas menos la última, la de «**Topography**». Pulsa en «**RefrehsMaps**», (recuerda que cada vez que realices un cambio debes pulsar este botón) y al hacerlo verás que tenemos solo el mapamundi con el que vamos a empezar a trabajar.

Activa la casilla correspondiente a los terremotos de mayor magnitud y después la de los de menor magnitud.

1. ¿Qué observas? ¿Por dónde están distribuidos?
Activa ahora la casilla correspondiente a los volcanes. ¿Qué observas? ¿Por dónde están distribuidos?
Captura una imagen del mapa con los terremotos y volcanes, únelos mediante una línea.
2. ¿Qué observas ahora? ¿Cómo se ha quedado el mapamundi? Compruébalo activando las siguientes casillas:
«**Divergent Boundary**». Pulsa en «**RefrehsMaps**», ¿qué observas? ¿Por dónde se distribuyen?
«**Convergent Boundary**». Pulsa en «**RefrehsMaps**», ¿qué observas? ¿Por dónde se distribuyen?
«**Transform Boundary**». Pulsa en «**RefrehsMaps**», ¿qué observas? ¿Por dónde se distribuyen?
3. Ahora, explora detenidamente el mapa y señala las ocho placas más importantes. Indica si son continentales o mixtas. Compruébalo activando la siguiente casilla: «**Plate Names**» no te olvides de Pulsar en «**RefrehsMaps**».
4. ¿En qué placa te encuentras? ¿En qué dirección se mueve? Observa las flechas blancas que indican la dirección de movimiento de cada placa. Para ello activa la casilla «**Plate motion**».
Trata de identificar los distintos tipos de límites de placa.
5. ¿Dónde están situados con más frecuencia los límites de placas, bajo los continentes o bajo los océanos? ¿Por qué?

Límites divergentes

A estas alturas ya habrás observado que los continentes están repartidos en dos o más placas. A continuación vamos a estudiar una de las zonas más espectaculares del mundo, la del **Rift Valley Africano**. En esta zona un colosal continente comenzó a partirse hace unos 30 m.a. La península arábiga constituye un fragmento de la placa africana que se está separando de la misma mediante el desarrollo de una gran fractura que alcanza los 6.000 km de longitud, extendiéndose desde Siria (suroeste asiático) hasta Mozambique (sureste africano). Pulsa en el mapa sobre África y luego en «**Zoom in**». En la columna layer, pulsa «**Lat-Long Grid Coastline**» y «**Nation Boundaries**» y para ver los cambios en «**Refresh map**».

6. Observa la forma de la península arábiga y la costa NE del continente africano hasta el cuerno de África. ¿Encuentras alguna similitud entre ellas que haga sospechar que un día estuvieron unidas?
7. La gran fosa tectónica del Rift se halla a lo largo de relieves. ¿De qué relieves se trata?
¿Por qué hay volcanes asociados a estos relieves?
¿Ves uno o más valles asociados a los relieves terrestres? ¿Están ocupados por algo?
8. ¿Cuáles son los países donde los volcanes son más abundantes?
Para los nombres de los países vete a:
<http://www.nationalgeographic.com/xpeditions/atlas/index.html?Parent=africa&Rootmap=&Mode=d&SubMode=w>
Selecciona unos volcanes y pulsa «**Identify**» en la barra de menú para ver sus nombres.
9. ¿Puede decirse que la depresión de Afar es un punto triple?
¿Qué estructura representa el golfo de Adén?
¿Qué placas separa el Mar Rojo?
¿Qué crees que ocurrirá en la zona situada al este de los Grandes Lagos si continúa el movimiento que se está produciendo actualmente?
10. ¿Puedes suponer cómo quedará el continente africano si continúa el proceso de apertura que se está produciendo en la actualidad?
¿Qué ocurrirá dentro de unos 10 m.a. en esta zona?



En el apartado anterior vimos cómo se forma un océano. Vamos a estudiar a continuación cómo sigue evolucionando una vez que se ha formado. Para ello, pulsa en el mapa sobre la zona del océano Atlántico y luego en «Zoom out».

11. ¿Qué tipo de límite de placa hay en medio del océano Atlántico? ¿Puedes localizar un límite similar en otros océanos?
- ¿Puedes ver un valle a lo largo del mismo límite?
 - ¿Qué sentido tiene una depresión en medio de un relieve como una dorsal oceánica?
 - ¿Por qué hay volcanes en esta zona?
- Anota la magnitud y frecuencia de los terremotos en la dorsal.
- ¿Por qué la corteza es más antigua cuanto más lejos de la dorsal está?
 - ¿Cuáles son la latitud y la longitud de Islandia? (Acciona «Get X-Y» en la barra de menú.)
- Los volcanes y terremotos en Islandia ¿son del mismo tipo que en la dorsal medio-atlántica?

Límites transformantes

12. Explora el mapa en busca de alguna zona la en que haya muchos terremotos sin volcanes, e indica su situación. ¿A qué crees que es debido?
- La gran falla de San Andrés en California, ¿es un límite? ¿De qué tipo?
- ¿Hay volcanes allí? Justifica tu respuesta.
- Localiza la gran falla que desde el centro del Atlántico se extiende hasta el estrecho de Gibraltar. Aparte del archipiélago volcánico de las Azores, muy cercano a la dorsal, solo observamos en ella registros de terremotos. ¿Crees que se trata de una falla transformante? ¿Consideras que puede tener alguna relación con la sismicidad del Norte de África y del Sur peninsular?

Límites convergentes

Subducción

Sítuate ahora en las Islas Filipinas y/o Aleutianas.

13. ¿Por qué estos archipiélagos tienen forma lineal y arqueada?
- ¿Por qué hay una fosa profunda en su parte externa?
 - ¿Por qué hay volcanes? ¿De qué tipo son? ¿Qué composición tienen las lavas?
- Entonces, ¿Cuál es la diferencia con la dorsal mesoatlántica?
- ¿De qué tipo son la mayoría de los terremotos allí?

Colisión

Dirígete ahora a los Alpes.

14. ¿Qué continentes han colisionado?
- ¿Dónde se ha ido el océano que estaba entre los dos continentes?
 - ¿Ha dejado testigos? ¿Qué tipos de rocas?
 - ¿Hay volcanes en esta zona de colisión?
- Los Pirineos ¿son también una cadena originada por colisión? ¿Y las Béticas?
- ¿Qué diferencias presentan con los Alpes?

Fenómenos intraplaca

Hasta ahora hemos trabajado con el concepto de placa como un bloque de comportamiento rígido, que sólo interactúa en sus bordes. Con el tiempo este concepto ha variado, puesto que en el interior de las placas se encuentran estructuras fracturadas, plegadas, fenómenos sísmicos y sobre todo volcánicos.

15. ¿Sabrías poner algunos ejemplos de fenómenos intraplaca?
- Pulsa en el mapa sobre la zona del océano Atlántico en las Islas Canarias y luego en «Zoom in» varias veces hasta que tengas la escala adecuada para responder a las siguientes preguntas:
- ¿Observas límites de placas en esta zona?
 - ¿Qué tipos de fenómenos geológicos predominan en esta zona?
- Pulsa en el mapa sobre la zona del océano Pacífico en las islas de Hawai y luego en «Zoom in» varias veces hasta que tengas la escala adecuada para responder a las siguientes preguntas.
16. ¿Observas límites de placas en esta zona?
- ¿Qué tipos de fenómenos geológicos predominan en esta zona?
 - ¿Qué diferencias encuentras entre los dos archipiélagos?



F. GRANDES RETOS DE LA CIENCIA

Lo que les queda por saber a los científicos

Sabemos muchas cosas sobre la formación de la Tierra y su evolución, pero aún quedan muchas cuestiones por saber.

Analiza y comenta alguna de las preguntas que aún no tienen respuesta.

¿Cómo funciona el interior de la Tierra?

La teoría de la tectónica de placas revolucionó la visión que teníamos del funcionamiento geológico de nuestro planeta. Pero en realidad, solo se había explicado el funcionamiento de la parte más externa de la Tierra. Es algo así como conocer únicamente las tapas de un libro, todavía hay que descubrir cómo es el interior. En el caso de la Tierra, aún quedan unos 6.300 kilómetros de roca y hierro por debajo de las placas tectónicas que forman parte del motor térmico planetario.

Para el estudio del interior terrestre no contamos con observaciones directas, no podemos perforar más allá de unos pocos kilómetros. Los datos de los que disponen los geólogos se deducen a partir de observaciones sísmicas y gravimétricas. Han pasado cerca de sesenta años desde la aparición de la tectónica de placas y seguramente serán necesarios cuarenta años más para que el conocimiento del interior de nuestro planeta sea realmente completo.

El interior de la Tierra es inaccesible; por eso hay tantas lagunas en nuestros conocimientos sobre la Tierra y se necesitan investigaciones mucho más precisas que vayan dando algunas respuestas a las muchas preguntas que quedan aún por resolver:

¿Qué composición tenía exactamente la atmósfera primitiva de la Tierra y cómo ha ido cambiando?

¿Desde cuándo hay tectónica de placas en la Tierra? ¿Puede haberla en otros planetas del Sistema Solar?

¿Cómo es realmente el interior del planeta?

¿Cómo podremos prevenir mejor la aparición de los terremotos?

¿Cómo podremos prevenir mejor las explosiones volcánicas?

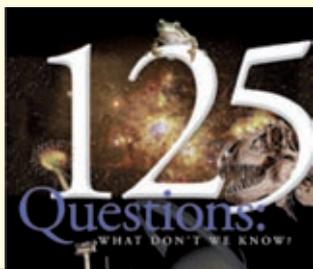
¿Cuál será exactamente la geografía de los continentes en el futuro?

¿Cuál es la causa de las glaciaciones y de los periodos interglaciares? ¿Experimentan glaciaciones otros planetas?

¿Por qué hay vida en la Tierra?

¿Hay vida en otros planetas?

¿Hay vida inteligente en el resto del Universo?



G. AUTOEVALUACIÓN

- La corteza continental...
 - Tiene un grosor medio de unos 30 Km.
 - Es más densa que la corteza oceánica.
 - Está limitada por la discontinuidad de Gutenberg.
 - Está formada por lavas almohadilladas.
- El hipocentro es:
 - El aparato en el que se registran los movimientos sísmicos.
 - El lugar del núcleo donde se generan las ondas sísmicas.
 - El lugar donde se originan las ondas sísmicas.
 - El lugar de la superficie adonde llegan las ondas sísmicas.
- Las variaciones bruscas en la velocidad de las ondas sísmicas...
 - Se manifiestan en el interior de la corteza terrestre.
 - Permiten diferenciar sedimentos.
 - Se llaman discontinuidades.
 - Están relacionadas con las catástrofes superficiales que producen los terremotos.
- Si la velocidad de desplazamiento de las ondas sísmicas va en aumento, se origina:
 - Una discontinuidad.
 - Una trayectoria curva.
 - Una propagación simultánea.
 - Una zona de sombra.
- Sabemos que una parte del núcleo se encuentra en estado de fusión, porque:
 - Dejan de propagarse las ondas S.
 - Las ondas S se hacen más rápidas.
 - No se propagan las ondas L.
 - Las ondas P van más deprisa.
- Las ondas P se caracterizan por:
 - Se desplazan a menor velocidad que las ondas S.
 - Las partículas que atraviesan vibran perpendicularmente a la dirección de propagación.
 - Son ondas de compresión.
 - Se transmiten a través de fluidos.
- La corteza oceánica...
 - Es menos densa que la corteza continental.
 - Se encuentra separada de la corteza continental por la discontinuidad de Moho.
 - Es más moderna que la corteza continental.
 - Tiene un grosor medio de unos 30 Km.
- Un método directo del estudio del interior de la Tierra es:
 - El análisis de meteoritos.
 - El análisis de lavas.
 - El estudio de las discontinuidades.
 - El estudio de ondas sísmicas.
- La densidad de la Tierra es:
 - La masa terrestre por unidad de superficie.
 - El peso de las rocas internas.
 - La masa terrestre por unidad de volumen.
 - El peso de las rocas superficiales.
- Las ondas sísmicas cambian su velocidad y trayectoria...
 - Al entrar en una zona de sombra.
 - Al penetrar en el núcleo superficial.
 - Al pasar a un medio con características diferentes.
 - Al viajar por la superficie terrestre.
- Una placa litosférica es:
 - Litosfera que se desliza sobre la astenosfera plástica.
 - Porción del manto superior sobre la astenosfera rígida.
 - Todo lo que existe sobre la astenosfera sólida.
 - Porción de litosfera que es arrastrada por las corrientes de convección.
- En los límites divergentes...
 - Se destruye corteza oceánica.
 - Se juntan los continentes.
 - Se produce la subducción.
 - Crecen las placas que se encuentra a sus lados.
- La etapa de Rift pertenece a:
 - El proceso de colisión continental.
 - Las dorsales.
 - El proceso de ruptura continental.
 - Todas las respuestas anteriores son correctas.
- Indica cuáles de las siguientes frases son verdaderas y cuáles falsas:
 - Canarias está situada en un límite de placas.
 - Canarias se localiza dentro de una placa.
 - Las Canarias son los restos del hundimiento de la Atlántida.
 - El Hierro es la isla más joven.
 - En Canarias existe una fuerte actividad sísmica.



H. PARA SABER MÁS: BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Bibliografía:

- ANGUITA, F. y MORENO, F, *Geología. Procesos internos*. Ediciones Rueda, Madrid, 1991.
- ANGUITA, F., *Geología Planetaria*, Marenostrom, Madrid, 1993.
- ANGUITA, F, *Biografía de la Tierra. Historia de un planeta Singular*, Aguilar, Madrid, 1998.
- ANGUITA, F, *Origen e historia de la Tierra*. Rueda, Madrid, 1998.
- COELLO, J, *Telesforo Bravo Exposito. Biografía de Científicos Canarios*, Dykinson-Cam PDS Editores, Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, 2007.
- MARTÍNEZ, F. Y REPETTO, E, *Biografías de Científicos Canarios. Guía de Recursos Didácticos*. Oficina de Ciencia, Tecnología e Innovación del Gobierno de Canarias, 2006.
- VARIOS AUTORES, *La teoría de la Deriva Continental. Simposio sobre el origen y movimiento de las masas terrestres e intracontinentales, tal como propone Alfred Wegener. Nueva York (1926)*, Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, Tenerife, 1998.
- VARIOS AUTORES, *Ciencias de la Tierra y del Universo*, Santillana-El País, Madrid, 2005.
- VARIOS AUTORES, *Naturaleza Canaria. Medio físico. Cuadernos de Aula*, Consejería de Educación del Gobierno de Canarias, Tenerife, 2008.
- WEGENER, A., *El origen de los continentes y océanos*, Barcelona, 1996.

La historia más bella del mundo. Los secretos de nuestros orígenes. Hubert Reeves, Joel de Rosnay Yves Coppens y Dominique Simonnet. Ed. Anagrama Colección Argumentos.

Relato completo de nuestros orígenes, a la luz de los conocimientos más modernos. El Universo, la vida, el hombre: tres actos de una misma epopeya contados en un diálogo clarificador. Sin duda es la historia más bella del mundo porque es la nuestra.

Webgrafía

Si te ha interesado el tema, puedes ampliar tus conocimientos en las siguientes páginas de Internet:

- En esta página se pueden ver fotos relacionadas con la tectónica de placas y los movimientos corticales. Cada foto se relaciona con un dibujo explicativo de la estructura geológica.
http://daac.gsfc.nasa.gov/geomorphology/GEO_2/index.shtml
- El Centro Nacional de Información y Comunicación Educativa propone estos materiales que nos permiten comprender los efectos del movimiento de la litosfera terrestre.
<http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2000/tectonica/index.htm>
- Web dependiente del Gobierno de España que informa a los ciudadanos de los riesgos derivados de fenómenos geológicos. Aporta información de cada tipo de riesgo y una serie de consejos generales.
<http://www.inforiesgos.es/es/index.html>
- Webquest GPS. http://alpinistaheterodoxo.blogspot.com/2007_12_01_archive.html
- NOAA Learning Objects. <http://www.learningdemo.com/noaa/>
- Planeta terrestre en construcción. http://www.astroenlazador.com/article.php3?id_article=665
- Geología de Canarias. http://www.geoiberia.com/geo_iberia/icanarias/icanarias.htm

WebQuest:

Las islas que surgieron del fuego.

http://www.gobiernodecanarias.org/medusa/contenidos/recursos/teleformacion_final/JuanaTVelazquez/WebQuest%20Vulcanismo%20canario.htm

Vídeos:

- Nuevo planeta descubierto.
<http://www.youtube.com/watch?v=J5bpQ6jSckk&feature=related>
- PLANETA PARECIDO A LA TIERRA.
<http://www.youtube.com/watch?v=jdVYGurr6ic&feature=related>
- Futuras formas de vida en planetas y lunas del sistema solar.
<http://www.youtube.com/watch?v=wkMm7IY0-xY&feature=related>
- Formación de la luna. <http://es.youtube.com/watch?v=Ti-bOdWamDk>

